1934 ЯНВАРЬ № 3

ДОКЛАДЫ

АКАДЕМИИ НАУК СССР

IMPERIAL GEOLOGICAL INSTITUTE 19 FEB. 1934

COMPTES RENDUS

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE L'URSS

НОВАЯ СЕРИЯ — NOUVELLE SÉRIE

Том I — Volume I

ОГЛАВЛЕНИЕ — SOMMAIRE

	стр.
В. А. Фок. Новое асимптотическое выражение для Бесселевых функций	97
Н. С. Кошляков. Об одном определенном интеграле, содержащем цилиндрическую функцию $K_\nu(x)$	103
И. Верченко и **А. Колмогоров.** О точках разрыва функций двух переменных	105
А. Ф. Капустинский. К вопросу о составе воздуха в стратосфере	108
Г. С. Кватер, Н. В. Кременевский и **А. Н. Филиппов.** О спектре поглощения паров таллия в коротковолновой области	110
М. В. Савостьянова. К вопросу о „возбуждении" щелочно-галоидных кристаллов	113
Акад. **А. Е. Чичибабин** и **М. П. Опарина.** Летучее основание корней валерианы	119
И. Н. Назаров. О металлкетилах жирного ряда II	123
К. М. Горбунова и **А. Т. Вагрaмян.** Механическое активирование поверхности электрода	127

	pag.
V. Fock. Neuer asymptotischer Ausdruck für Besselsche Funktionen	99
N. Košliakov. On a certain definite integral connected with the cylindric function $K_\nu(x)$	104
I. Verčenko und **A. Kolmogorov.** Über Unstetigkeitspunkte von Funktionen zweier Veränderlichen	106
A. Kapustinskij. Über die Zusammensetzung der Luft in der Stratosphäre	109
G. Kwater, N. Kremenewsky und **A. Filippov.** Über das Absorptionsspektrum des Thalliumdampfes im kurzwelligen Ultraviolett	111
M. Savostjanova. Über die „Erregung" in Alkalihalogenidkristallen	115
S. Čičibabin, Member of the Academy, and **M. Oparina.** The volatile base of valerian roots	121
I. Nazarov. Über Metallketyle der aliphatischen Reihe II	125
K. Gorbunova et **A. Vagramjan.** L'activation mécanique à la surface de l'électrode.	128

(См. на обороте)

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
ЛЕНИНГРАД — LENINGRAD

(Продолжение)

стр.

А. Ю. Харит и И. И. Федоров. К вопросу об окислительно-восстановительных процессах при мышечной работе. II. Окислительно-восстановительный потенциал крови и мочи при мышечной работе . . . 130

Д. А. Сабинин. I. Обменная адсорбция на корневых системах. II. О влиянии техники и сроков внесения удобрений на природу растений . . 136

М. Школьник. К физиологической роли бора 141

В. И. Цивинский. О холодостойкости хлопчатника 147

Б. Б. Родендорф. О новых видах тахин из пределов СССР *(Diptera, Larvaevoridae)* 151

О. С. Вялов и Р. И. Вялова. Возраст туфогенной свиты Кавказского флиша 155

pag.

A. Charit und I. Fedorov. Von den im Verlauf der Muskelarbeit sich abspielenden Oxydations-Reduktionsprozessen. II. Das Oxydations-Reductionspotential von Blut und Harn unter dem Einflus von Muskelarbeit 133

D. Sabinin. I. Exchange adsorption in root systems. II. On the influence of the technique and time of the introduction of fertilizers on the nature of plants 138

M. Skolnik. On the physiological role of boron 143

V. Civinskij. On the capacity of cotton to withstand cold 149

B. Rohdendorf. Über einige neue Tachinidenarten aus USSR *(Diptera, Larvaevoridae)* 152

O. Vialov et R. Vialova. L'âge de la suite tufogène du flysch Caucasien . . . 157

Доклады Академии Наук СССР 1934
Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de l'URSS

МАТЕМАТИКА

В. А. ФОК

НОВОЕ АСИМПТОТИЧЕСКОЕ ВЫРАЖЕНИЕ ДЛЯ БЕССЕЛЕВЫХ ФУНКЦИЙ

(*Представлено академиком А. Н. Крыловым 26 XII 1933*)

В настоящей заметке мы имеем в виду дать для Бесселевых функций $J_\nu(x)$ и $Y_\nu(x)$, порядок коих ν есть весьма большое число, такое асимптотическое выражение, которое было бы справедливо равномерно при всех вещественных значениях x, от $x=0$ до $x=\infty$. Как известно, предложенные до настоящего времени асимптотические выражения этим свойством не обладают. Так например, выражения Дебая (Debye) становятся несправедливыми, когда x близко к ν, точнее $x=\nu+0(\nu^{1/3})$, и имеют различный вид при $x>\nu$ и при $x<\nu$. Погрешность их будет мала, если будут в достаточно сильной степени выполнены неравенства [1] (см. немецкий текст).

Для переходной области, где эти неравенства не выполнены, Ватсоном (Watson) было предложено особое, довольно сложное выражение, содержащее показательные функции и Бесселевы функции порядка одна треть. Предлагаемое нами выражение проще Ватсоновского, точнее его и применимо не только в переходной области, но и для всех вещественных значений x. Оно заключает в себе оба выражения Дебая как предельные случаи. Получено оно по способу, идея которого близка к идее способа, примененного Ланчосом (C. Lanczos) при изучении явления Штарка (Stark) в сильных полях.

Для упрощения наших формул положим*

$$x=\nu\sec\beta\left(0\leqslant\beta<\frac{\pi}{2}\right)\text{ при }x\geqslant\nu;\quad x=\nu\operatorname{sech}\alpha(0\leqslant\alpha<\infty)\text{ при }x\leqslant\nu. \quad [2]$$

Тогда наши асимптотические выражения для Бесселевых функций первого рода будут иметь вид:

$$J_\nu(\nu\sec\beta)\cong\sqrt{1-\beta\operatorname{ctg}\beta}\cdot\left\{\cos\frac{\pi}{6}J_{\frac{1}{3}}(\nu\operatorname{tg}\beta-\nu\beta)-\sin\frac{\pi}{6}Y_{\frac{1}{3}}(\nu\operatorname{tg}\beta-\nu\beta)\right\} \quad [3a]$$

$$J_\nu(\nu\operatorname{sech}\alpha)\cong\frac{1}{\pi}\sqrt{\alpha\operatorname{cth}\alpha-1}\,K_{\frac{1}{3}}(\nu\alpha-\nu\operatorname{th}\alpha), \quad [3b]$$

а для Бесселевых функций второго рода они напишутся

$$Y_\nu(\nu\sec\beta)\cong\sqrt{1-\beta\operatorname{ctg}\beta}\cdot\left\{\sin\frac{\pi}{6}J_{\frac{1}{3}}(\nu\operatorname{tg}\beta-\nu\beta)+\cos\frac{\pi}{6}Y_{\frac{1}{3}}(\nu\operatorname{tg}\beta-\nu\beta)\right\} \quad [4a]$$

$$Y_\nu(\nu\operatorname{sech}\alpha)\cong-\sqrt{\alpha\operatorname{cth}\alpha-1}\cdot\left\{2I_{\frac{1}{3}}(\nu\alpha-\nu\operatorname{th}\alpha)+\frac{\sqrt{3}}{\pi}K_{\frac{1}{3}}(\nu\alpha-\nu\operatorname{th}\alpha)\right\}. \quad [4b]$$

* Мы пользуемся двумя различными подстановками, чтобы избежать введения мнимых величин; можно было бы ограничиться одной из них, а затем положить $\beta=i\alpha$.

Символы $J_{1/3}$ и $Y_{1/3}$ в этих формулах суть Бесселевы функции порядка одна треть от вещественного аргумента, а $I_{1/3}$ и $K_{1/3}$ Бесселевы функции того же порядка от мнимого аргумента. Подробные таблицы этих четырех функций имеются в книге Ватсона, так что вычисления по нашим формулам никаких трудностей не представляют.

Для обоснования наших формул сравним между собой дифференциальные уравнения, которым удовлетворяют точные и приближенные выражения для Бесселевых функций. При этом достаточно рассмотреть одну из четырех формул, так как [3a] и [3b], а также [4a] и [4b] отличаются между собой только обозначениями, а уравнение для Бесселевых функций первого и второго рода одно и то же.

Введем функцию $\psi(\beta)$ [5] и обозначим через $\psi^*(\beta)$ асимптотическое выражение для $\psi(\beta)$, т. е. произведение $\sqrt{\operatorname{ctg}\beta}$ на правую часть уравнения [3a]. Пользуясь дифференциальными уравнениями для $J_\nu(x)$ и $J_{1/3}(t)$, где $t = \nu\operatorname{tg}\beta - \nu\beta$, нетрудно вывести, что $\psi(\beta)$ и $\psi^*(\beta)$ удовлетворяют уравнениям [6], где $p(\beta)$ и $p^*(\beta)$ имеют значение [7] и [8].

При β близких к $\frac{\pi}{2}$, а также при не слишком малых β меньших $\frac{\pi}{2}$, главным членом в этих выражениях будет член содержащий множитель ν^2, т. е. член $\nu^2\operatorname{tg}^4\beta$, который в обоих выражениях один и тот же. Но оба выражения $p(\beta)$ и $p^*(\beta)$ близки друг к другу также и при весьма малых β; в самом деле, каждое из этих выражений при $\beta \to 0$ обращается в бесконечность, тогда как разность их, как нетрудно проверить, стремится к нулю [9].

Наконец, при чисто мнимых β ($\beta = i\alpha$) не только совпадают главные члены $\nu^2\operatorname{th}^4\alpha$, но имеет место равенство [10].

Таким образом, при всех рассматриваемых значениях β, функция $p^*(\beta)$ [коэффициент уравнения для $\psi^*(\beta)$] чрезвычайно точно аппроксимирует функцию $p(\beta)$ [коэффициент уравнения для $\psi(\beta)$]. Мы можем поэтому ожидать, что при больших ν и самые решения наших уравнений $\psi(\beta)$ и $\psi^*(\beta)$ будут, при надлежащем выборе постоянных интегрирования, весьма мало отличаться друг от друга.

Для строгого доказательства справедливости наших асимптотических выражений при всех значениях x достаточно сравнить их на разных участках с выражениями Дебая и Ватсона, для которых известен порядок величины остаточного члена. Когда $t = \nu\operatorname{tg}\beta - \nu\beta$ и $\tau = \nu\alpha - \nu\operatorname{th}\alpha$ настолько велики, что для Бесселевых функций порядка одна треть можно в свою очередь пользоваться асимптотическими выражениями, наши формулы переходят в формулы Дебая. Когда β настолько мало, что t мало отличается от $\frac{1}{3}\nu\operatorname{tg}^3\beta$, наши формулы переходят в формулу Ватсона. В частности при $t = \tau = \alpha = \beta = 0$, когда $x = \nu$, наши формулы дают выражения [11]. Первая из этих формул была известна еще Коши (Cauchy).

Формулы наши остаются, очевидно, справедливыми и при комплексных значениях x, а именно в той области, где $p^*(\beta)$ хорошо аппроксимирует $p(\beta)$; впрочем, в области достаточно далекой от $x = \nu$ они не представляют особого интереса, так как там годятся и обычные асимптотические выражения.

Нам представляется, что выведенные нами приближенные формулы могут сильно облегчить исследование рядов, расположенных по Бесселевым функциям и встречающихся, например, в теории диффракции; одна из главных трудностей такого рода исследований состояла, как известно,

в необходимости пользоваться разными приближенными выражениями для разных значений отношения $\frac{x}{\nu}$, а эта трудность теперь отпадает.

Для иллюстрации точности, которую дают наши формулы уже при небольших значениях ν, мы вычислили приводимую на стр. 102 таблицу получаемых по этим формулам приближенных значений Бесселевой функции первого рода десятого порядка $J_{10}(x)$ для целых x от 0 до 24. Эти значения $\{J_{10}(x)\}_{as}$ приведены в первом столбце. Во втором столбце даны взятые из таблиц Янке-Эмде (Jahnke-Emde) точные значения этой функции $\{J_{10}(x)\}_{ex}$. В третьем столбце дана относительная погрешность приближенной формулы, а в четвертом разность между приближенными и точными значениями. Из таблицы видно, что относительная погрешность достигает наибольшего значения при $x=0$, где она равна относительной погрешности формулы Стирлинга, т. е. величине $\frac{1}{12\nu}$ ($=0{,}008$ при $\nu=10$); следует ожидать, что это будет иметь место для любого ν. Для $x>\nu=10$ разность между приближенными значениями и точными не превышает двух единиц четвертого знака и имеет знакопеременный характер, достигая максимума вблизи нулей $J_{10}(x)$.

В заключение заметим, что аналогичный способ, основанный на учете особенных точек дифференциального уравнения, будучи применен к полиномам Лежандра $P_n(\cos\vartheta)$, дает для них приближенное выражение [12], справедливое как при $0\leqslant\vartheta\leqslant\frac{\pi}{2}$, так и при чисто мнимых ϑ.

Физико-математический институт
Академии Наук им. В. А. Стеклова.
Ленинград.

Поступило
27. XII. 1933.

MATHEMATIK

NEUER ASYMPTOTISCHER AUSDRUCK FÜR BESSELSCHE FUNKTIONEN

Von V. FOCK

(*Vorgelegt von A. Krylov, Mitglied der Akademie, d. 26. XII. 1933*)

Zweck dieser Notiz ist die Aufstellung eines asymptotischen Ausdrucks für Besselsche Funktionen $J_\nu(x)$ und $Y_\nu(x)$, deren Index ν eine grosse Zahl ist, und zwar eines solchen, der für alle reellen Werte von x von $x=0$ bis $x=\infty$ gleichmässig gilt. Bekanntlich besitzen die bisher vorgeschlagenen asymptotischen Ausdrücke diese Eigenschaft nicht. Die bekannten Debyeschen Ausdrücke verlieren ihre Gültigkeit sobald x in der Nähe von ν liegt [genauer $x=\nu+0(\nu^{1/3})$] und haben eine verschiedene Form für $x<\nu$ und für $x>\nu$ oder genauer für

$$\frac{\nu^2}{(\nu^2-x^2)^{3/2}}\leqslant 1 \qquad (x<\nu) \quad \text{bzw.} \quad \frac{\nu^2}{(x^2-\nu^2)^{3/2}}\leqslant 1 \qquad (x>\nu). \qquad [1]$$

Der Fehler der Debyeschen Ausdrücke wird klein, sobald die obigen Ungleichungen in hinreichend starkem Maasse erfüllt sind. Für das Übergangsgebiet, wo das nicht der Fall ist, wurde von Watson ein besonderer,

ziemlich komplizierter Ausdruck aufgestellt, welcher Exponentialfunktionen und Besselsche Funktionen des Index ein Drittel enthält.

Der Ausdruck, den wir in dieser Arbeit vorschlagen, ist einfacher als der von Watson, genauer als dieser, und ist überdies nicht nur im Übergangsgebiet, sondern für alle reellen Werte von x anwendbar. Die beiden Debyeschen Ausdrücke sind darin als Grenzfälle enthalten. Unser Ausdruck wurde nach einer Methode abgeleitet, welche mit einer von Lanczos bei der Untersuchung des Stark-Effektes in hohen elektrischen Feldern benutzten Methode verwandt ist.

Zur Vereinfachung unserer Formeln setzen wir*

$$x = \nu \sec\beta \left(0 \leqq \beta < \frac{\pi}{2}\right) \text{ für } x \geqq \nu; \; x = \nu \operatorname{sech}\alpha \, (0 \leqq \alpha < \infty) \text{ für } x \leqq \nu. \quad [2]$$

Unsere asymptotischen Ausdrücke für Besselsche Funktionen erster Art sind dann von der Form

$$J_\nu(\nu \sec\beta) \cong \sqrt{1-\beta \operatorname{ctg}\beta} \cdot \left\{ \cos\frac{\pi}{6} J_{\frac{1}{3}}(\nu \operatorname{tg}\beta - \nu\beta) - \sin\frac{\pi}{6} Y_{\frac{1}{3}}(\nu \operatorname{tg}\beta - \nu\beta) \right\}, \quad [3a]$$

$$J_\nu(\nu \operatorname{sech}\alpha) \cong \frac{1}{\pi}\sqrt{\alpha \operatorname{cth}\alpha - 1} \cdot K_{\frac{1}{3}}(\nu\alpha - \nu \operatorname{th}\alpha), \quad [3b]$$

und für Besselsche Funktionen zweiter Art lauten sie

$$Y_\nu(\nu \sec\beta) \cong \sqrt{1-\beta \operatorname{ctg}\beta} \cdot \left\{ \sin\frac{\pi}{6} J_{\frac{1}{3}}(\nu \operatorname{tg}\beta - \nu\beta) + \cos\frac{\pi}{6} Y_{\frac{1}{3}}(\nu \operatorname{tg}\beta - \nu\beta) \right\}, \quad [4a]$$

$$Y_\nu(\nu \operatorname{sech}\alpha) \cong -\sqrt{\alpha \operatorname{cth}\alpha - 1} \cdot \left\{ 2 I_{\frac{1}{3}}(\nu\alpha - \nu \operatorname{th}\alpha) + \frac{\sqrt{3}}{\pi} K_{\frac{1}{3}}(\nu\alpha - \nu \operatorname{th}\alpha) \right\}. \quad [4b]$$

In diesen Formeln bezeichnen $J_{1/3}$ und $Y_{1/3}$ Besselsche Funktionen des Index ein Drittel vom reellen Argument und $I_{1/3}$ und $K_{1/3}$ Besselsche Funktionen desselben Index vom imaginären Argument. Ausführliche Tabellen dieser vier Funktionen findet man im Buch von Watson, so dass die zahlenmässige Berechnung unserer asymptotischen Ausdrücke keinerlei Schwierigkeiten bereitet. Zur Begründung unserer Formeln wollen wir die Differentialgleichungen miteinander vergleichen, denen die exakten und die angenäherten Ausdrücke genügen. Dabei genügt es, eine der obigen vier Formeln zu betrachten, da sich [3a] von [3b] und [4a] von [4b] nur durch Bezeichnungen unterscheidet und da andererseits Besselsche Funktionen erster und zweiter Art eine und dieselbe Differentialgleichung befriedigen. Wir setzen

$$\psi(\beta) = \sqrt{\operatorname{ctg}\beta}\, J_\nu(\nu \sec\beta) \quad [5]$$

und bezeichnen mit $\psi^*(\beta)$ den asymptotischen Ausdruck für $\psi(\beta)$, d. h. die mit $\sqrt{\operatorname{ctg}\beta}$ multiplizierte rechte Seite von [3a]. Unter Benutzung der Differentialgleichungen für $J_\nu(x)$ und $J_{1/3}(t)$ mit $t = \nu \operatorname{tg}\beta - \nu\beta$ bekommt man unschwer für $\psi(\beta)$ und $\psi^*(\beta)$ die folgenden Gleichungen:

$$\frac{d^2\psi}{d\beta^2} + p(\beta)\psi = 0; \quad \frac{d^2\psi^*}{d\beta^2} + p^*(\beta)\psi^* = 0, \quad [6]$$

wo gesetzt ist: $p(\beta) = \nu^2 \operatorname{tg}^4\beta + \frac{1}{4}\operatorname{tg}^2\beta - \frac{1}{2} - \frac{3}{4}\operatorname{ctg}^2\beta \quad [7]$

$$p^*(\beta) = \nu^2 \operatorname{tg}^4\beta + \frac{5}{36}\frac{\operatorname{tg}^4\beta}{(\operatorname{tg}\beta - \beta)^2} - 2 - 2\operatorname{ctg}^2\beta. \quad [8]$$

* Wir machen zwei verschiedene Ansätze, um die Einführung imaginärer Grössen zu vermeiden; man könnte sich auch mit einem Ansatz begnügen und dann $\beta = i\alpha$ setzen.

Für Werte von β, die in der Nähe von $\frac{\pi}{2}$ liegen, sowie für endliche und nicht zu kleine Werte von $\beta < \frac{\pi}{2}$ ist das mit dem Faktor ν^2 behaftete Glied $\nu^2 \operatorname{tg}^4 \beta$ ausschlaggebend. Dieses Glied stimmt aber in beiden Ausdrücken überein. Aber die beiden Ausdrücke unterscheiden sich nur wenig auch in dem Fall, wo β sehr klein ist; in der Tat werden für $\beta \to 0$ beide Ausdrücke unendlich, während man für ihre Differenz

$$\lim_{\beta \to 0} (p(\beta) - p^*(\beta)) = 0 \qquad [9]$$

findet. Für rein imaginäre Werte von β ($\beta = i\alpha$) findet man schliesslich, dass nicht nur die Hauptglieder $\nu^2 \operatorname{th}^4 \alpha$ übereinstimmen, sondern dass überdies

$$\lim_{\alpha \to \infty} (p(i\alpha) - p^*(i\alpha)) = 0 \qquad [10]$$

gilt. Wir haben somit gezeigt, dass für alle in Betracht kommenden Werte von β die Funktion $p(\beta)$ [Koeffizient in der Differentialgleichung für $\psi(\beta)$] durch die Funktion $p^*(\beta)$ [Koeffizient in der Differentialgleichung für $\psi^*(\beta)$] ausserordentlich gut approximiert wird. Es ist daher zu erwarten, dass für grosse Werte von ν auch die Lösungen beider Differentialgleichungen — bei entsprechender Wahl der Integrationskonstanten — nahezu übereinstimmen.

Um einen strengen Beweis für die gleichmässige Gültigkeit unserer asymptotischen Formeln für alle Werte von x zu erbringen, genügt es, dieselben auf den einzelnen Intervallen mit den entsprechenden Formeln von Debye und Watson zu vergleichen, deren Restglied grössenordnungsmässig bekannt ist. Falls $t = \nu \operatorname{tg} \beta - \nu\beta$ bzw. $\tau = \nu\alpha - \nu \operatorname{th} \alpha$ so gross sind, dass für Besselsche Funktionen des Index ein Drittel ebenfalls asymptotische Formeln gelten, gehen unsere Formeln in die von Debye über. Wenn andererseits β so klein ist, dass t nahezu mit $\frac{1}{3} \nu \operatorname{tg}^3 \beta$ übereinstimmt, geht unser Ausdruck in den Watsonschen über. Speziell für $t = \tau = \alpha = \beta = 0$, wenn $x = \nu$ ist, erhält man

$$J_\nu(\nu) \cong \frac{\Gamma\left(\frac{1}{3}\right)}{2\pi \sqrt{3}} \left(\frac{6}{\nu}\right)^{\frac{1}{3}}; \quad Y_\nu(\nu) \cong -\frac{\Gamma\left(\frac{1}{3}\right)}{2\pi} \left(\frac{6}{\nu}\right)^{\frac{1}{3}}. \qquad [11]$$

Die erste dieser Formeln war schon Cauchy bekannt.

Unsere Formeln gelten offenbar auch für komplexe Werte von x, und zwar in dem Gebiet der komplexen x-Ebene, wo $p(\beta)$ durch $p^*(\beta)$ gut approximiert wird. Hinreichend weit vom Punkt $x = \nu$ sind allerdings unsere Formeln von keinem besonderen Interesse, da dort auch die gewöhnlichen asymptotischen Ausdrücke anwendbar sind.

Es scheint uns, dass die Anwendung unserer Näherungsformeln bei der Untersuchung der nach Besselschen Funktionen fortschreitenden Reihen — wie sie z. B. in der Theorie der Beugung vorkommen — grosse Vorteile bietet. Eine der Hauptschwierigkeiten derartiger Untersuchungen bestand nämlich darin, dass man für verschiedene Werte von $\frac{x}{\nu}$ verschiedene Näherungsausdrücke verwenden musste; diese Schwierigkeit fällt aber fort, sobald man unsere Ausdrücke benutzt.

Zur Erläuterung der Genauigkeit, die unsere Formeln schon bei mässigen Werten von ν ergeben, haben wir die entsprechenden Näherungswerte der Besselschen Funktion $J_{10}(x)$ für ganzzahlige x von $x = 1$ bis $x = 24$ berechnet; diese Werte $\{J_{10}(x)\}_{as}$ sind in der ersten Kolonne der Tabelle (S. 102) zusammengestellt. Die zweite Kolonne enthält die den Tafeln von Jahnke-Emde entnommenen genauen Werte $\{J_{10}(x)\}_{ex}$ dieser Funktion.

In der dritten Kolonne ist der relative Fehler der Näherungsformel und in der vierten Kolonne die Differenz zwischen den Näherungswerten und den genauen Werten angegeben. Man ersieht, dass der relative Fehler seinen grössten Wert bei $x=0$ erreicht, wo er mit demjenigen der Stirlingschen Formel, d. h. mit der Grösse $\frac{1}{12\nu}$ ($=0.008$ für $\nu=10$) übereinstimmt; es ist zu erwarten, dass dieser Sachverhalt auch für alle Werte von ν bestehen bleibt. Die Differenz zwischen den angenäherten und den genauen Werten überschreitet nicht (für $x>\nu=10$) zwei Einheiten der vierten Dezimalstelle und hat einen oszillierenden Charakter, indem sie ihren Maximalwert in der Nähe der Nullstellen von $J_{10}(x)$ erreicht.

Zum Schluss sei bemerkt, dass ein analoges Verfahren, das auf der Berücksichtigung der singulären Punkte der Differentialgleichung beruht, auch auf andere Fälle angewandt werden kann. Im Falle der Legendreschen Polynome z. B. liefert dieses Verfahren den Näherungsausdruck

$$P_n(\cos\vartheta)\cong\sqrt{\frac{\vartheta}{\sin\vartheta}}\,J_0\left(\left(n+\frac{1}{2}\right)\vartheta\right), \qquad [12]$$

welcher sowohl für $0\leqslant\vartheta\leqslant\frac{\pi}{2}$ als auch für imaginäre Werte von ϑ gilt.

x	$\{J_{10}(x)\}_{as}$	$\{J_{10}(x)\}_{ex}$	$\frac{J_{as}-J_{ex}}{J_{ex}}$	$J_{as}-J_{ex}$
0	0	0	0.008	—
1	$0.2644\cdot10^{-9}$	$0.2631\cdot10^{-9}$	0.005	—
2	$0.2526\cdot10^{-6}$	$0.2515\cdot10^{-6}$	0.004	—
3	$0.1298\cdot10^{-4}$	$0.1293\cdot10^{-4}$	0.004	—
4	$0.1956\cdot10^{-3}$	$0.1950\cdot10^{-3}$	0.003	—
5	0.001471	0.001468	0.002	—
6	0.006977	0.006964	0.002	—
7	0.02357	0.02354	0.001	—
8	0.06084	0.06077	0.001	—
9	0.1248	0.1247	0.001	—
10	0.20762	0.20749	0.0006	0.00013
11	0.2805	0.2804	—	0.0001
12	0.3005	0.3005	—	0.0000
13	0 2336	0.2338	—	−0.0002
14	0.0848	0.0850	—	−0.0002
15	−0.0903	−0.0901	—	−0.0002
16	−0.2063	−0.2062	—	−0.0001
17	−0.1990	−0.1991	—	0.0001
18	−0.0730	−0.0731	—	0.0001
19	0.0918	0.0916	—	0.0002
20	0.1865	0.1865	—	0.0000
21	0 1484	0.1485	—	−0.0001
22	0.0073	0.0075	—	−0.0002
23	−0.1323	−0.1322	—	−0.0001
24	−0.1677	−0.1677	—	0.0000

Stekloffsches Physikalisch-Mathematisches Institut
der Akademie der Wissenschaften. Leningrad.

Eingegangen
d. 27. XII. 1933.

Доклады Академии Наук СССР 1934
Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de l'URSS

МАТЕМАТИКА

Н. С. КОШЛЯКОВ

ОБ ОДНОМ ОПРЕДЕЛЕННОМ ИНТЕГРАЛЕ, СОДЕРЖАЩЕМ ЦИЛИНДРИЧЕСКУЮ ФУНКЦИЮ $K_\nu(x)$

(*Представлено академиком И. М. Виноградовым 14 XII 1933*)

В математической физике и в аналитической теории чисел весьма важную роль играет цилиндрическая функция $K_\nu(x)$, введенная Macdonald'ом посредством равенства

$$K_\nu(x)=\frac{\pi}{2}\frac{I_{-\nu}(x)-I_\nu(x)}{\sin\nu\pi},\qquad \text{где}\qquad I_\nu(x)=\sum_{m=0}^{\infty}\frac{\left(\frac{x}{2}\right)^{\nu+2m}}{m!\,\Gamma(\nu+m\times 1)}.$$

В настоящей заметке мы докажем следующее интегральное свойство этой функции

$$\int_0^\infty K_\nu(\sqrt{ax})\,K_\nu(\sqrt{bx})\,dx=\frac{\pi}{\sin\nu\pi}\cdot\frac{\left(\frac{a}{b}\right)^{\frac{\nu}{2}}-\left(\frac{b}{a}\right)^{\frac{\nu}{2}}}{a-b},\qquad [1]$$

$$-1<R(\nu)<1,\quad R(\sqrt{a})>0,\quad R(\sqrt{b})>0.$$

Для доказательства возьмем известную формулу Сонина (Watson, Theory of Bessel Functions, стр. 425)

$$\int_0^\infty\frac{t^{\nu+1}I_\nu(\alpha t)}{(t^2+\beta^2)^{m+1}}\,dt=\frac{\alpha^m\beta^{\nu-m}K_{\nu-m}(\alpha\beta)}{2^m\Gamma(m+1)},\quad -1<R(\nu)<2m+\frac{3}{2}$$

и положим в ней $m=0$, $\alpha=\sqrt{x}$, $\beta=\sqrt{a}$; тогда получим:

$$K_\nu(\sqrt{ax})=\int_0^\infty\frac{t^{\nu+1}I_\nu(\sqrt{x}\,t)\,dt}{a^{\frac{\nu}{2}}(t^2+a)},$$

откуда

$$\int_0^\infty K_\nu(\sqrt{ax})\,K_\nu(\sqrt{bx})\,dx=\int_0^\infty\frac{t^{\nu+1}\,dt}{a^{\frac{\nu}{2}}(t^2+a)}\int_0^\infty K_\nu(\sqrt{bx})\,I_\nu(t\sqrt{x})\,dx.$$

Перемена порядков интегрирования здесь произведена на законном основании, что нетрудно доказать, приняв во внимание асимптотические выражения для функций $K_\nu(x)$ и $I_\nu(x)$.

Положим теперь в формуле (Watson, стр. 410)

$$\int_0^\infty K_\mu(\alpha\sqrt{x})\,I_\nu(\beta\sqrt{x})\,x^{\frac{\mu+\nu}{2}}\,dx=\frac{2\cdot(2\alpha)^\mu\cdot(2\beta)^\nu\Gamma(\mu+\nu+1)}{(\alpha^2+\beta^2)^{\mu+\nu+1}},$$

$$R(\nu+1)>|R(\mu)|,\quad R(\alpha)>|I(\beta)|$$

μ равным $-\nu$; тогда, принимая во внимание, что (Watson, стр. 79)

$$K_{-\nu}(x) = K_{\nu}(x),$$

найдем, что

$$\int_0^\infty K_\nu(\sqrt{bx})\, I_\nu(t\sqrt{x})\, dx = \frac{2t^\nu}{b^{\frac{\nu}{2}}(t^2+b)}, \qquad R(\sqrt{b}) > 0$$

и, следовательно,

$$\int_0^\infty K_\nu(\sqrt{ax})\, K_\nu(\sqrt{bx})\, dx = \frac{2}{(ab)^{\frac{\nu}{2}}} \int_0^\infty \frac{t^{2\nu+1}\, dt}{(t^2+a)(t^2+b)}.$$

Но

$$2\int_0^\infty \frac{t^{2\nu+1}\, dt}{(t^2+a)(t^2+b)} = \frac{a^\nu - b^\nu}{b-a} \int_0^\infty \frac{x^\nu\, dx}{1+x} = \frac{\pi}{\sin(\nu+1)\pi} \cdot \frac{a^\nu - b^\nu}{b-a}, \qquad -1 < \nu < 0,$$

т. е.

$$\int_0^\infty K_\nu(\sqrt{ax})\, K_\nu(\sqrt{bx})\, dx = \frac{\pi}{\sin \nu\pi} \frac{a^\nu - b^\nu}{a-b} \cdot \frac{1}{(ab)^{\frac{\nu}{2}}},$$

откуда и вытекает формула [1]. При $a = b$ эта формула дает

$$\int_0^\infty K_\nu^2(\sqrt{ax})\, dx = \frac{\nu\pi}{\sin \nu\pi} \cdot \frac{1}{a}, \qquad -1 < \nu < 1, \quad R(\sqrt{a}) > 0.$$

При $\nu = 0$ выражение [1] принимает следующий вид:

$$\int_0^\infty K_0(\sqrt{ax})\, K_0(\sqrt{bx})\, dx = \frac{1}{a-b} \log \frac{a}{b}.$$

Физико-математический институт
Академии Наук им. В. А. Стеклова.
Ленинград.

Поступило
14 XII 1933.

MATHEMATICS

ON A CERTAIN DEFINITE INTEGRAL CONNECTED WITH THE CYLINDRIC FUNCTION $K_\nu(x)$

By N. KOŠLÎAKOV

(Communicated by I. Vinogradow, Member of the Academy, 14. XII. 1933)

The subject of the present note is the proof of the formula

$$\int_0^\infty K_\nu(\sqrt{ax})\, K_\nu(\sqrt{bx})\, dx = \frac{\pi}{\sin \nu\pi} \frac{\left(\frac{a}{b}\right)^{\frac{\nu}{2}} - \left(\frac{b}{a}\right)^{\frac{\nu}{2}}}{a-b},$$

$$-1 < R(\nu) < 1, \quad R(\sqrt{a}) > 0, \quad R(\sqrt{b}) > 0,$$

where $K_\nu(x)$ denotes Macdonald's cylindric function.

V. Steklov Physico-Mathematical Institute
of the Academy of Sciences.
Leningrad.

Received
14. XII. 1933.

Доклады Академии Наук СССР 1934
Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de l'URSS

МАТЕМАТИКА

И. ВЕРЧЕНКО и А. КОЛМОГОРОВ

О ТОЧКАХ РАЗРЫВА ФУНКЦИЙ ДВУХ ПЕРЕМЕННЫХ

(Представлено академиком С. Н. Бернштейном 21 XII 1933)

Пусть $f(P)$ есть ограниченная ($|f(P)| \leqslant M$) однозначная действительная функция, определенная во всех точках P плоской области G. Рассмотрим точку P_0 области G и полупрямую L, начинающуюся в точке P_0 и образующую угол α с положительным направлением оси X-ов. Обозначим через $\Phi(P_0, \alpha)$ верхнюю грань верхних пределов $f(P)$ при приближении P к P_0 по всевозможным касательным к L путям. $\Phi(P_0, \alpha)$ называется верхним пределом $f(P)$ в точке P_0 по направлению α. Аналогично определяется нижний предел $\varphi(P_0, \alpha)$ функции $f(P)$ в точке P_0 по направлению α. $\Phi(P_0, \alpha)$ как функция α полунепрерывна сверху, а $\varphi(P_0, \alpha)$ — полунепрерывна снизу; эти две функции α в значительной мере характеризуют поведение функции $f(P)$ в окрестности точки P_0.

1. Для того чтобы $f(P)$ была непрерывна в точке P_0, необходимо и достаточно, чтобы для всех α

$$\Phi(P_0, \alpha) = \varphi(P_0, \alpha) = f(P_0).$$

2. P_0 есть точка разрыва первого рода функции $f(P)$, если $f(P)$ не непрерывна в точке P_0 и для всех α

$$\Phi(P_0, \alpha) = \varphi(P_0, \alpha).$$

Множество точек разрыва первого рода произвольной функции $f(P)$ не более чем счетно.

Доказательство. Обозначим через $\omega(P_0)$ колебание $f(P)$ в точке P_0.* Пусть E_n есть множество тех точек разрыва первого рода, для которых колебание функции $f(P)$ превышает $\frac{1}{n}$. Легко показать, что E_n не содержит ни одной своей предельной точки и, поэтому, не более чем счетно. Следовательно, и множество всех точек разрыва первого рода

$$E = \sum_n E_n$$

не более чем счетно.

3. P_0 есть нормальная точка функции $f(P)$, если для всех α

$$\Phi(P_0, \alpha) = \Phi(P_0) \geqslant f(P_0) \geqslant \varphi(P_0) = \varphi(P_0, \alpha),$$

т. е. если $\Phi(P_0, \alpha)$ и $\varphi(P_0, \alpha)$ не зависят от α и $f(P_0)$ лежит между ними. Каждая точка непрерывности функции $f(P)$ есть нормальная точка. Нормальная точка не являющаяся точкой непрерывности называется точкой нормального разрыва.

* См. примеч. на след. стр.

Теорема. Множество не нормальных точек произвольной функции $f(P)$ может быть расположено на счетном множестве спрямляемых кривых.

Отсюда следует, в частности, что множество не нормальных точек имеет плоскую меру нуль. Доказательство теоремы основано на следующем вспомогательном предложении, справедливом в случае ограниченной области G.

Рассмотрим сектор круга с радиусом ρ и центром P_0, лежащий между направлениями $\alpha-\delta$ и $\alpha+\delta$, и обозначим через $M(P_0, \alpha, \delta, \rho)$ верхнюю грань значений $f(P)$ во внутренних точках этого сектора. Для любых α, $\delta>0$, $\rho>0$, $a>b$ множество тех точек P_0, в которых

$$\overline{f}(P_0)\geqslant a, \quad M(P_0, \alpha, \delta, \rho)\leqslant b,$$

может быть расположено на конечном числе спрямляемых кривых.*

Научно-исслед. институт математики и механики при МТУ. Москва.

Поступило 21 XII 1933.

MATHEMATIK

ÜBER UNSTETIGKEITSPUNKTE VON FUNKTIONEN ZWEIER VERÄNDERLICHEN

Von I. VERČENKO und A. KOLMOGOROV

(Vorgelegt von S. Bernstein, Mitglied der Akademie, d. 21. XII. 1933)

Es sei $f(P)$ eine beschränkte $[(f(P)\leqslant M)]$ eindeutige reelle Funktion welche in allen Punkten eines ebenen Gebietes G definiert ist Es seien weiter P_0 ein Punkt von G, L eine in P_0 begenende Halbgerade und α der Winkel von L mit der positiven Richtungder X-Achse. Wir bezeichnen mit $\Phi(P_0, \alpha)$ die obere Grenze der oberen Limites von $f(P)$ bei der Annäherung des Punktes P zu P_0 längs eines beliebigen Weges, welcher L in P_0 berührt. $\Phi(P_0, \alpha)$ nennen wir den oberen Limes von $f(P)$ in P_0 in der Richtung α. Analog definiert man den unteren Limes $\varphi(P_0, \alpha)$ von $f(P)$ in P nach der Richtung. $\alpha\,\Phi(P_0\,\alpha)$, — alus Funktion von α betrachtet, ist halbstetig nach oben, $\varphi(P_0, \alpha)$ — halbstetig nach unten. Diese zwei Funktionen von α brauchen wir zur Beschreibung des Verhaltens der Funktion $f(P)$ in der Umgebung des Punktes P_0.

1. $f(P)$ ist dann und nur dann in P_0 stetig, wenn bei jedem α

$$\Phi(P_0, \alpha)=\varphi(P_0, \alpha)=f(P_0)$$

ist.

2. P_0 ist definitionsgemäss ein Unstetigkeitspunkt erster Ar- von $f(P)$, wenn $f(P)$ in P_0 unstetig ist und bei jedem α

$$\Phi(P_0, \alpha)=\varphi(P_0, \alpha)$$

* $\overline{f}(P_0)$ обозначает здесь верхний предел $f(P)$ в точке P_0, т. е. максимум $f(P_0)$ и $\Phi(P_0)=\sup\Phi(P_0, \alpha)$. Аналогично через $\underline{f}(P_0)$ обозначаем нижний предел $f(P)$ в точке P_0. Тогда $\omega(P_0)=\overline{f}(P_0)-\underline{f}(P_0)$.

gilt. Die Menge aller Unstetigkeitspunkte erster Art einer beliebigen Funktion $f(P)$ ist höchstens abzählbar.

Beweis. Es seien $\omega(P_0)$ die Schwankung von $f(P)$ in P_0 * und E_n die Menge aller Unstetigkeitspunkte erster Art von $f(P)$, in welchen $\omega(P_0) > \frac{1}{n}$ ist. Man beweist leicht, dass E_n keinen ihrer eigenen Häufungspunkte enthalten kann. Folglich ist E_n' und mithin auch die Menge

$$E = \sum_n E_n$$

aller Unstetigkeitspunkte erster Art abzählbar.

3. P_0 heisst ein normaler Punkt von $f(P)$, wenn

$$\Phi(P_0, \alpha) = \Phi(P_0) \geqslant f(P^0) \geqslant \varphi(P_0) = \varphi(P_0, \alpha)$$

ist, d. h. $\Phi(P_0, \alpha)$ und $\varphi(P_0, \alpha)$ von α unabhängig sind und $f(P_0)$ zwischen ihnen liegt. Jeder Stetigkeitspunkt von $f(P)$ ist normal. Wenn $f(P)$ in einem normalen Punkt P_0 unstetig ist, so heisst P_0 ein normaler Unstetigkeitspunkt.

Satz. Die Menge aller Punkte, welche in Bezug auf eine Funktion $f(P)$ nicht normal sind, liegt auf einer abzählbaren Menge rektifizierbaren Kurven.

Es folgt insbesondere aus diesem Satze, dass die Menge aller nicht normalen Punkte das ebene Mass Null hat. Der Beweis des Satzes beruht auf dem folgenden Hilfssatze (hier setzen wir voraus, dass das Gebiet G beschränkt ist).

Es sei $S(P_0, \alpha, \delta, \rho)$ der zwischen den Richtungen $\alpha - \delta$ und $\alpha + \delta$ liegende Kreissektor mit dem Radius ρ und dem Zentrum in P_0. Wir bezeichnen mit $M(P_0, \alpha, \delta, \rho)$ die obere Grenze von $f(P)$ im Inneren von $S(P_0, \alpha, \delta, \rho)$. Dann liegt die Menge aller Punkte P_0, in welchen

$$\overline{f}(P_0) \geqslant a,\ M(P_0, \alpha, \delta, \rho) \leqslant b$$

ist, bei den beliebigen $\alpha, \delta > 0$, $\rho > 0$, $a > b$, auf einer endlichen Menge von rektifizierbaren Kurven. **

Mathematisches Institut d. Staatl. Universität. Moskau.

Eingegangen d. 21. XII. 1933.

* Ugl. folg. Fussnote.

** $\overline{f}(P_0)$ bezeichnet hier den oberen Limes von $f(P)$ in P_0, d. h. das Maximum der Zahlen $f(P_0)$ und $\Phi(P_0) = \sup \Phi(P_0, \alpha)$. Analog definiert man den unteren Limes $\underline{f}(P_0)$ von $f(P)$ in P_0. Dann ist $\omega(P_0) = \overline{f}(P_0) - \underline{f}(P_0)$.

Доклады Академии Наук СССР 1934
Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de l'URSS

ФИЗИКА

А. Ф. КАПУСТИНСКИЙ

К ВОПРОСУ О СОСТАВЕ ВОЗДУХА В СТРАТОСФЕРЕ

(Представлено академиком Э. В. Брицке 31 XII 1933)

На основании гипсометрической формулы Лапласа

$$\ln \frac{P_0}{P} = \frac{Mg}{RT} h,$$

где P_0 и P — давления над поверхностью земли и на высоте h, M и g — молекулярный вес газа и ускорение силы тяжести, R и T — универсальная газовая константа и абсолютная температура.

Можно было бы думать, что состав воздуха на различных высотах должен быть существенно не одинаков. В самом деле, по закону парциальных давлений поведение кислорода и азота должно быть независимым друг от друга, а так как в формулу Лапласа входит молекулярный вес, то для данной высоты h величины $\frac{P_0}{P}$ для азота и кислорода неодинаковы. И в самом деле, простой расчет по формуле Лапласа показывает, что в то время как нормальный состав воздуха 21% O_2 и 79% N_2, на высоте 10 километров следует ожидать состава 18.35% O_2 и 81.65% N_2, а на высоте 40 километров — 11.54% O_2 и 88.46% N_2.

Недавно во время полета стратостата Прокофьева в стратосферу были взяты точные пробы воздуха на высоте 19 километров, состав которых, по анализам лаборатории Электрофизического института и газовой лаборатории Геолого-разведочного института, отличается только на 0.03% от нормального состава воздуха. Эти результаты, как сообщает старший физик Главной геофизической обсерватории М. Гольцман, оказались совершенно неожиданными.

Нам, однако, кажутся вероятными следующие, имеющие предварительный характер соображения, в силу которых упомянутое отступление от закона Лапласа является фиктивным.

В 1917 г. Dootson показал, что если цилиндр, заполненный смесью 50% H_2 и 50% CO_2 с одного конца нагреть до 230° C, то по установлении стационарного состояния холодный конец цилиндра обогащается газом с бо́льшим молекулярным весом. Результаты анализа:

горячий конец (+ 230° C) — 44.9% H_2 и 55.1% CO_2;
холодный конец (+ 10° C) — 41.3% H_2 и 58.7% CO_2.

Через некоторое время Chapman и Enskog (1), исходя из кинетической теории газов (закон Maxwell'a), дали теоретическое обоснование этого наблюдения, придав ему, тем самым, общий характер. Это явление термической диффузии не получило широкой известности среди физико-химиков, благодаря чему многие исследования химических термических равновесий, как показали недавно Emmet и Schultz (2), следует считать ошибочными. В частности, в исследованиях равновесия железа с водяным паром более тяжелые молекулы воды переходят в холодную часть прибора настолько значительнее, чем молекулы водорода, что недоучет этого обстоятельства в статистических опытах при 800° C приводит к ошибке

в константе равновесия $\frac{P_{H_2O}}{P_{H_2}}$ почти на 50%, как это подтверждается также публикуемой в ближайшие дни работой автора совместно с Э. В. Брицке и Т. И. Шашкиной ([3]).

Молекулярный вес кислорода 32, азота 28. Рассматривая вертикальный столб воздуха, температура которого на уровне земли +10° С, а на высоте 19 километров в соответствии с произведенными измерениями — 60° С, мы приходим на основании вышеизложенного к заключению, что более плотный кислород в результате термической диффузии должен концентрироваться в холодном, т. е. верхнем конце столба воздуха.

Итак, мы встречаемся с двумя противоположно направленными процессами: процессом обогащения верхних слоев атмосферы азотом в соответствии с гипсометрическим законом и процессом обеднения тех же слоев азотом в результате термической диффузии. С этой точки зрения естественно допустить равенство состава воздуха нормальной атмосферы и стратосферы, обусловленное взаимным уравновешиванием двух противоположных процессов.

Затруднительность расчета эффекта термической диффузии для смеси N_2 и O_2 заставляет воздержаться от более точного разрешения поставленной проблемы.

В свете высказанных выше положений, результаты анализа воздуха стратосферы вполне естественны.

Поступило
31 XII 1933.

PHYSIK

ÜBER DIE ZUSAMMENSETZUNG DER LUFT IN DER STRATOSPHÄRE

Von A. KAPUSTINSKIJ

(Vorgelegt von E. Bricke, Mitglied der Akademie, d. 31. XII. 1933)

ZUSAMMENFASSUNG

Nach der Laplaceschen Regel müsste die Sauerstoffkonzentration in der Stratosphäre bedeutend niedriger sein als an der Erdoberfläche. Die aus dem Stratosphärenflug unter Leitung von Prokofjev mitgebrachten Luftproben haben demgegenüber eine praktische Gleichheit der Luftzusammensetzung an der Erdoberfläche und in 19 km Höhe gezeigt. Diese unerwartete Tatsache kann möglicherweise auf den gegenseitigen Ausgleich der mit entgegengesetzter Wirkung verlaufenden nachstehend genannten zwei Prozesse zurückgeführt werden: Anreicherung der Stratosphäre mit Stickstoff unter dem Einfluss der Gravitation (Laplacesche Regel), einerseits, und Anreicherung der Stratosphäre mit Sauerstoff infolge der (von Dootson, Chapman und Endskog entdeckten und untersuchten) thermischen Diffusion, anderseits, die durch den zwischen den in Frage kommenden Schichten der Atmosphäre bestehenden Temperaturunterschied herbeigeführt wird.

Eingegangen
d. 31. XII. 1933.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — LITERATUR

[1] Jeans. The Dynamical Theory of Gases, Oxford, 1925.

[2] Journal of the Amer. Chem. Society, v. 55, № 4, 1933.

[3] Доложено автором на 1-ой конференции по физико-химическому анализу в Ленинграде 28 октября 1933 г. Vom Verf. auf der 1. Konferenz für phys.-chem. Analyse zu Leningrad am 28. X. 1933 vorgetragen.

Доклады Академии Наук СССР 1934
Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de l'URSS

ФИЗИКА

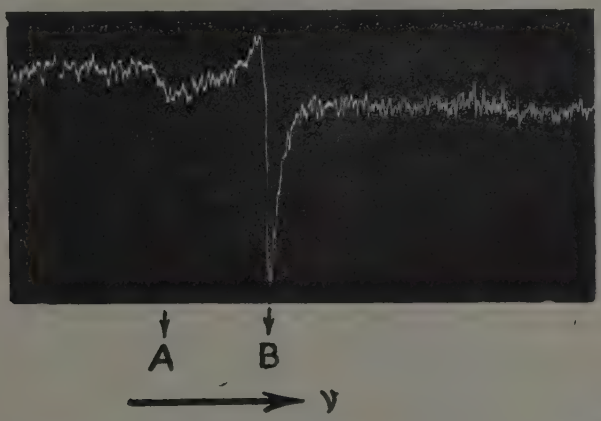
Г. С. КВАТЕР, Н. В. КРЕМЕНЕВСКИЙ и А. Н. ФИЛИППОВ

О СПЕКТРЕ ПОГЛОЩЕНИЯ ПАРОВ ТАЛЛИЯ В КОРОТКОВОЛНОВОЙ ОБЛАСТИ

(*Представлено академиком Д. С. Рождественским 22 XII 1933*)

Опыты Прокофьева и Филиппова, а также Кватера ([1]), показали, что сумма сил осцилляторов f линий обеих побочных серий таллия значительно меньше единицы и что в спектре поглощения паров этого металла имеется довольно интенсивная несериальная линия с $\lambda = 2210$ Å и $f = 0.005$. Поэтому, представлялось весьма интересным произвести исследование спектра поглощения паров таллия в коротковолновой области, так как можно было ожидать обнаружить здесь новые интенсивные линии этого элемента. В настоящее время спектр поглощения паров таллия исследован нами до 1750 Å. В качестве спектрального аппарата был использован снабженный вогнутой диффракционной решоткой спектрограф Хильгера с дисперсией 16.5 Å на мм. Источником света была водородная трубка. Столб паров таллия длиною в 70 см получался в фарфоровой или кварцевой трубках, которые нагревались электрической печью Гереуса вплоть до 1200° С. Для задержки перегонки в трубку вводился гелий. Другие подробности об установке можно найти в работе Кременевского ([2]), касающейся поглощения в парах ртути. Уже при температуре в 600° С у 2007 Å, т. е. на расстоянии 23 Å ($\Delta\nu = 570$ см$^{-1}$) от границы побочных серий $^2P_{1/2} - {}^2S_{1/2}$, $^2P_{1/2} - {}^2D_{3/2}$ можно было обнаружить полосу поглощения шириною около 1.5 Å. При повышении температуры полоса расширялась, причем расширение происходило главным образом в сторону коротких волн. При температуре около 900° С сплошное поглощение за границей серий, идущих с нормального состояния $^2P_{1/2}$, представлялось в виде двух участков, разделенных узкой областью с небольшим поглощением. При дальнейшем повышении температуры исчезала и эта узкая область пропускания. Исследование дисперсии около полосы 2007 Å показало, что f для нее меньше 0.01. На рисунке изображена кривая поглощения, полученная на микрофотометре Молля со спектрограммы, снятой при 800° С. Здесь A есть граница серии, а B — полоса 2007 Å; перед полосой B лежит область пропускания. При температуре около 1050° С появилась полоса поглощения и у границы метастабильных серий. Длинноволновой край ее имеет длину волны 2376 Å, т. е. отстоит на 35 Å ($\Delta\nu = 620$ см$^{-1}$) от границы этих серий. Полоса 2376 Å расширяется также в коротковолновую часть спектра; вид ее, однако, несколько отличается от полосы 2007 Å. Помимо полос у границ серий, при высоких температурах удалось наблюдать также ряд полос и несколько линий; наиболее интенсивные из линий — 2205.5, 2169.5, 2150.1; по своему положению они являются спутниками сериальных линий таллия. Наблюденный у таллия второй максимум поглощения за границей серии представляет аналогию с таким же максимумом у калия ([3]). Однако, было бы сейчас преждевременно утверждать, что наблюденная у границы $^2P_{1/2}$ полоса молекулярного происхождения. Необходимы специальные

опыты для решения как этого вопроса, так и вопроса о природе спутни, ков линий (2205.5, 2169.5, 2150.1). Эти спутники гораздо менее интенсивны чем линия 2210, которая, как и полоса 2007, согласно нашим наблюдениям расширяется в коротковолновую часть спектра. Линию 2836.9 Å индия, которая, повидимому, аналогична линии 2210 таллия, Лансинг (4)



приписывает переходу $^2P_{3/2} — {}^4P_{5/2}$. Такое толкование вряд ли правильно, так как в спектре поглощения паров индия Гротриан (5) наблюдал только одну несериальную линию 2836.9 Å, которая, если стать на точку зрения Лансинга, должна быть гораздо менее ярка, чем линии, соответствующие переходам $^2P_{1/2} — {}^4P_{1/2, 3/2}$.

Гос. оптический институт. Ленинград. Поступило 22 XII 1933.

PHYSIK

ÜBER DAS ABSORPTIONSSPEKTRUM DES THALLIUMDAMPFES IM KURZWELLIGEN ULTRAVIOLETT

Von G. KWATER, N. KREMENEWSKY und A. FILIPPOV

(*Vorgelegt von D. Roždestvenskij, Mitglied der Akademie, d. 22. XII. 1933*)

Versuche von Filippov und Prokofjew sowie von Kwater (1) haben gezeigt, dass die Summe der Oszillatorenstärken f für die Linien der beiden Nebenserien des Thalliums kleiner als eins ist und dass im Absorptionsspektrum dieses Elements eine recht intensive Linie mit $\lambda = 2210$ Å und $f = 0.005$ hervortritt, die sich nicht in die normalen Serien einreihen lässt. So war es denn von Interesse das Absorptionsspektrum des Thalliumdampfes im kurzwelligen Ultraviolett zu untersuchen, da hier grosse Wahrscheinlichkeit vorlag, neue intensive Linien dieses Elementes in Erfahrung zu bringen. Zurzeit ist das Absorptionsspektrum des Thalliumdampfes bis ca 1750 Å untersucht. Als Spektralapparat wurde ein mit Konkavgitter von 1 m Radius versehener Hilgerscher Spektrograph benutzt, dessen Dispersion in der ersten intensivsten Ordnung 16.5 Å pro mm betrug. Als Lichtquelle diente eine Wasserstofflampe. Die Thalliumdampfschicht von etwa 70 cm Länge wurde in einer bis 1200° C erhitzten Quarzglas- oder Porzellanröhre erhalten. Zur Verzögerung der Destillation wurde in die Röhre

Helium eingeführt. Weitere Einzelheiten der Anordnung kann man in der Arbeit von Kremenewsky [2] über das Absorptionsspektrum des Quecksilberdampfes finden. Schon bei Temperaturen von ca 600° C erschien im Abstande von 23 Å ($\Delta\nu = 570$ cm^{-1}) von der Grenze der Nebenserien $^2P_{1/2} - {}^2S_{1/2}$, $^2P_{1/2} - {}^2D_{3/2}$ eine schmale Bande (etwa 1.5 Å breit). Bei Erhöhung der Temperatur verbreiterte sich diese Bande, vorwiegend nach den kurzen Wellenlängen hin. Bei 900° C bestand des Gebiet von kontinuierlicher Absorption an der Grenze der Nebenserien aus zwei Teilen, die durch ein schmales Gebiet von geringer Absorption getrennt waren. Bei weiterer Temperatursteigerung verschwand auch dieses enge Durchlässigkeitsintervall. Die Untersuchung der Dispersion neben der Bande 2207 ergab für dieselbe ein f kleiner als 0.01. Auf der Abbildung ist die mit dem Mikrophotometer von Moll erhaltene Kurve wiedergegeben. Hier ist A die Grenze der Serien, B die Bande bei 2007 Å, vor der Bande B liegt das Durchlässigkeitsgebiet.

Bei Temperaturen von 1050° C entstand eine Absorptionsbande auch an der Grenze der Serien, die vom metastabilen Zustande $^2P_{3/2}$ ausgehen. Die langwellige Grenze dieser Bande hat die Wellenlänge 2376 Å, befindet sich also in einem Abstand von 35 Å ($\Delta\nu = 620$ cm^{-1}) von der Grenze der obengenannten Serien. Die Verbreiterung der Bande 2376 geschah gleichfalls in der Richtung der hohen Frequenzen; ihr Aussehen ist jedoch von demjenigen der Bande 2007 etwas verschieden. Ausser den Banden an den Grenzen der Serien waren bei hohen Temperaturen noch anderwärtig gelegene Banden und Linien sichtbar. Am intensivsten waren die Linien 2205.5, 2169.5, 2150.1; ihrer Lage gemäss sind sie Trabanten der Serienlinien des Thalliums.

Das beim Thallium beobachtete zweite Maximum der Absorption an der Grenze der Serien hat eine gewisse Analogie mit dem zweiten Maximum des Kaliums [3]. Es wäre aber verfrüht den Schluss zu ziehen, dass die an der Grenze $^2P_{1/2}$ beobachtete Bande von molekularer Natur ist. Es sind spezielle Versuche erforderlich, um diese Frage, wie auch diejenige von der Natur der Linien 2205.5, 2169.5, 2150.1 zu lösen. Diese Linien sind viel weniger intensiv, als die Linie 2210 Å, welche, wie unsere Beobachtungen zeigen, sich ebenfalls in der Richtung der kurzen Wellenlängen verbreitert. Die Linie 2836.9 Å des Indiums, die der Linie 2207 des Thalliums analog zu sein scheint, wurde von Lansing [4] als Übergang $^2P_{3/2} - P_{5/2}$ gedeutet. Diese Deutung ist beiweitem nicht einwandfrei. Bei seinen Versuchen über das Absorptionsspektrum des Indiums hat Grotrian [5] ausser den Serienlinien nur die Linie 2836.9 beobachtet. Diese Linie muss aber viel schwächer sein als die den Übergängen $^2P_{1/2} - {}^4P_{1/2,\ 3/2}$ entsprechenden Linien.

Staatl. Optisches Institut. Leningrad. Eingegangen d. 22. XII. 1933.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — LITERATUR

1 A. Filippov und W. Prokofjew. Z. f. Phys., 85, 647, 1933. — G. Kwater. Unveröffentlicht.
2 N. Kremenewsky. Z. f. Phys., 71, 792, 1931.
3 R. W. Ditchburn. Proc. Roy. Soc. A, 117, 486, 1928. — E. O. Lawrence & N. E. Edlefsen. Phys. Rev., 34, 1056, 1929. — M. Phillips. Phys. Rev., 39 905, 1932.
4 W. Lansing. Phys. Rev., 34, 597, 1929.
5 W. Grotrian. Z. f. Phys., 12, 218, 1923.

Доклады Академии Наук СССР 1934
Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de l'URSS

ФИЗИКА

М. В. САВОСТЬЯНОВА

К ВОПРОСУ О „ВОЗБУЖДЕНИИ" ЩЕЛОЧНО-ГАЛОИДНЫХ КРИСТАЛЛОВ

(Представлено академиком С. И. Вавиловым 7 XII 1933)

Атомарно окрашенные кристаллы щелочно-галоидных солей обладают резко выраженным максимумом поглощения, расположенным в большинстве солей в видимой части спектра (кривая F, рис. 1). В ряде работ геттингенской школы Р. Поля ([1]) выяснено, что при освещении таких кристаллов длинами волн, соответствующими области поглощения F, происходят два явления:

1. Обесцвечивание.

2. Изменение формы кривой F' (кривая F', рис. 1). Это явление в школе Поля получило название возбуждения (Erregung), по аналогии с соответствующим явлением в области фосфоресценции.

Первоначальная форма кривой может быть восстановлена или при освещении возбужденного кристалла теми длинами волн, которые соответствуют новой форме кривой (красные и инфракрасные), или путем нагревания.

Отношение между числом возбужденных и обесцвеченных центров, вообще говоря, изменяется в широких пределах; в большинстве случаев преобладает второе явление: так, например, фотохимически окрашенные кристаллы KCl и KBr так быстро обесцвечиваются на свету, что изменение формы кривой не может быть замечено. Смакула ([2]) мог заметить некоторый эффект для KCl только в одном случае, при температуре —186°. Кристаллы NaCl в этом отношении представляются несколько более устойчивыми; однако и здесь отношение $\frac{K_a - K_b}{K_a}$ 100% (где K_a и K_b суть коэффициенты поглощения в максимуме абсорбции для возбужденной и невозбужденной кривых) не превосходит значения 20—30%. Число возбужденных центров оказывается таким образом весьма малым.

Это обстоятельство очень затрудняет изучение явления; все произведенные до сих пор исследования относятся к NaCl и то только в области длинных волн; на основании этих данных нельзя судить о том, имеется ли возбуждение также и в области коротких волн.

Как показал Смакула ([2]), возбуждение в сильной степени зависит от качества кристалла, а именно от концентрации чужих ионов; как известно, это же обстоятельство влияет на степень окрашивания кристаллов и на их свечение. Напрашивается мысль о тесной связи между этими двумя явлениями — возбуждением и свечением.

Изучая свойства окрашенных искуственных щелочно-галоидных кристаллов, мы получили образцы весьма сильно окрашивающиеся и вместе с тем ярко фосфоресцирующие: было основание полагать, что в них будет наблюдаться также и заметное изменение формы кривой поглощения.

Действительно, оказалось, что подобные кристаллы, окрашенные как аддитивно, так и лучами радия, изменяют при освещении их длинами волн

полосы поглощения F свою окраску: так, краснофиолетовый K Cl становится синеватым, что вызывается подъемом кривой поглощения в красной части, синие же кристаллы KBr бледнеют (см. кривые на рис. 1 и 2).

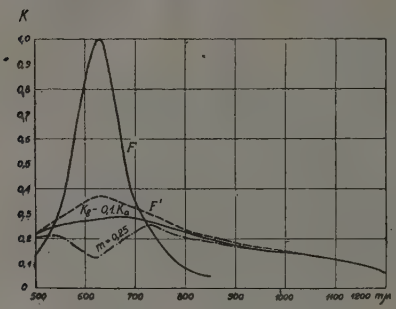


Рис. 1. — Abb. 1.

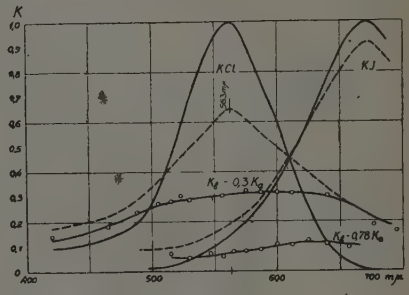


Рис. 2. — Abb. 2.

В таблице приведены некоторые данные для коэффициентов поглощения; на рис. 1 и 2 вычерчены типичные кривые для трех кристаллов Подъем кривой замечается также и в области коротких волн.

1	2	3	4	5	6	7
№	№ кристалла	Вещество	Обработка кристалла	Рисунки и кривая	K max в mm^{-1}	m
1	128	KCl	Окрашен аддитивно (пары K) . .	—	7.57	0.3
2			Нагрет при 200° при одновременном освещении ($\lambda = 550$—580 mμ).	2 F	3.50	
3			Освещен ($\lambda = 500$—580 mμ) . . .	2 F'	2.25	
4	124	KBr	Окрашен аддитивно (пары K) . .	1 F	2.16	0.1
5			Освещен интенс. бел. светом точечной лампы	1 F'	0.8	
6			Нагрет 2′ при 300°	—	1.95	
7	122	K Br	Окрашен аддитивно (пары K) . .	—	3.02	0.12
8			Нагрет 2′ при 350° при одноврем. освещен. интенс. белым светом точечной лампы	—	1.11	
9	132	KJ	Окрашен аддитивно (пары K) . .	—	8.30	0.78
10			Нагрет при 350° при одновременном освещении (красный фильтр 600—700 mμ)	2 F	4.62	
11			Освещен (красный фильтр 630—700 mμ)	2 F'	3.84	

Освещенные кристаллы ведут себя совершенно аналогично хорошо изученным „возбужденным“ кристаллам NaCl; первоначальная окраска может быть восстановлена при нагревании ($\sim 200°$) или при освещении интенсивными инфракрасными лучами (таблица, № 6). Таким образом мы здесь имеем дело с типичным „возбуждением“.

При рассмотрении кривых бросается в глаза, что здесь мы имеем дело с двумя явлениями: с обратимым обесцвечиванием (это явление не следует смешивать с вышеупомянутым необратимым выцветанием) и с появлением новой, очень широкой и плоской полосы поглощения. Эту кривую можно выделить путем следующего приема, предложенного Т. П. Кравцом: обозначим коэффициент поглощения новой полосы через x; тогда, если k_a и k_b обозначают коэффициенты для невозбужденной и возбужденной кривых, имеем:

$$k_b = k_a \cdot m + x \qquad x = k_b - k_a \cdot m,$$

где m показывает, какая часть красящих центров находится еще в невозбужденном состоянии. Этот множитель может быть определен графически после ряда проб; если мы его выберем слишком большим, то кривая x получит мало вероятный вид с минимумом как раз на том месте где расположен максимум кривой k_a (рис. 1).

Если, наоборот, он слишком мал, этот последний максимум остается. Плавный ход кривой указывает на правильное значение m. Пользуясь этим приемом, мы получили для сильно возбужденных кристаллов KBr значение $m = 0.1$, указывающее на почти полное возбуждение.

Связь между возбуждением и свечением

Употреблявшиеся нами кристаллы заведомо содержали различные примеси; спектроскопический анализ обнаружил присутствие железа. Таким образом они являются типичными фосфорами.

Действительно, кристаллы окрашенные радием сильно светятся при освещении их длинами волн, поглощаемыми в области полосы F; но кристаллы, окрашенные аддитивно в парах металла или током ([4]) — не светятся ни при освещении, ни при нагревании ([5]), несмотря на сильное возбуждение.

Изменения формы кривой поглощения после окончания свечения установить не удалось.

Эти факты указывают на отсутствие непосредственной связи между свечением и возбуждением.

Физико-математический институт
Академии Наук им. В. А. Стеклова. Ленинград.

Поступило
7 XII 1933.

PHYSIK

ÜBER DIE ERREGUNG IN ALKALIHALOGENIDKRISTALLEN

Von M. SAVOSTJANOVA

(*Vorgelegt von S. Wawilow, Mitglied der Akademie, d. 7. XII. 1933*)

Bekanntlich haben die Alkalihalogenidkristalle, in denen das Alkalimetall atomar verteilt ist, ein ausgesprochenes Absorptionsmaximum

(Kurve F, Abb. 1), das meistens im sichtbaren Gebiet liegt und die Verfärbung der Kristalle verursacht.

Belichtet man den atomar-verfärbten Kristall mit Wellenlängen, die im Gebiet F absorbiert werden, so finden nach eingehenden Untersuchungen von R. Pohl (1) und seinen Mitarbeitern folgende Vorgänge statt:

1. Entfärbung.

2. Änderung der Gestalt der Absorptionskurve (Kurve F', Abb. 1) Diese Erscheinung wird als „Erregung" bezeichnet, in Anlehnung an den entsprechenden Vorgang bei der Phosphoreszenz.

Die Erregung kann beseitigt werden, indem man den Kristall mit denjenigen Wellenlängen bestrahlt, die jetzt neu vom Kristall absorbiert werden (rote und ultrarote Strahlen); in demselben Sinne wirkt Temperaturerhöhung.

Im allgemeinen schwankt das Verhältnis der Erregung zur Entfärbung in weiten Grenzen; meistens aber überwiegt die zweite Erscheinung: es bleichen bekanntlich photochemisch verfärbte KCl- und KBr-Kristalle so rasch aus, dass bei ihnen von einer Untersuchung des Erregungsvorgangs kaum die Rede sein kann. Nur in einem Falle konnte Smakula (2) für synthetisches KCl bei — 186° einen merklichen Effekt finden. Die NaCl-Kristalle scheinen in dieser Hinsicht etwas beständiger zu sein, aber auch hier übersteigt im günstigsten Falle das Verhältnis $\frac{K_a - K_b}{K_a} 100\%$, wo K_a und K_b die Absorptionskoeffizienten im Absorptionsmaximum in unerregtem bzw. erregtem Zustand bedeuten, nicht den Wert von etwa 20—30%. Es ist also die Zahl der „erregten" Zentren sehr gering.

Es wird dadurch die Untersuchung der Erscheinung sehr erschwert; alle Messungen beziehen sich nur auf NaCl-Kristalle, und zwar im Gebiete der langen Wellen; über den Verlauf der Erregung im kurzwelligen Teil der Absorptionskurve sind noch keine eindeutigen Resultate vorhanden.

Nach Smakula's. (2) Untersuchungen erwies sich die Erregung in hohem Masse von der Beschaffenheit der Kristalle, nämlich, von der Konzentration der Fremdionen, abhängig. Diese Tatsache ist bekanntlich für den Verfärbungsgrad der Alkalihalogenidkristalle und für deren Leuchtfähigkeit verantwortlich. Es scheint also, dass diese Erscheinungen miteinander in enger Verknüpfung stehen.

Bei unseren Untersuchungen über die Kolloidbildung in synthetischen Alkalihalogenidkristallen haben wir Schmelzflusse von sehr hohem Verfärbungsgrad bzw. hoher Phosphoreszenzfähigkeit gewonnen; es lag nahe, auf deren merkliche Erregbarkeit zu schliessen.

In der Tat wiesen solche Kristalle, sowohl additiv als auch durch Ra-Bestrahlung verfärbt, eine beträchtliche Wirkung auf, die in einem reversiblen Farbenumschlage sich äusserte. Es werden nämlich bei Belichtung die rot-violetten KCl-Kristalle bläulich, der erhöhten Absorption im Roten entsprechend, die blauen KBr-Kristalle scheinen aber auszubleichen (vgl. die F und F' Kurven, Abb. 1 und 2). Da bekanntlich die additiv-verfärbten Kristalle sehr schwer entfärbt werden, haben wir in diesem Falle mit der Erregung allein zu tun.

Die Ausmessung der Absorptionskurven geschah im Sichtbaren mit Hilfe des König-Martens'schen Spektralphotometers mit doppelter Zerlegung (vorgeschaltetes Prisma nach Amici), im Ultraroten aber thermoelektrisch.

Da die additiv mit K-Dampf verfärbten Kristalle meistens zu tief verfärbt erscheinen, mussten sie vor den Messungen teilweise entfärbt werden. Wie erwähnt, entfärben sich solche Kristalle sehr schwer, selbst bei erheblichem Erhitzen bis zum Schmelzpunkt. Wir haben beobachtet, dass bei gleichzeitigem Erwärmen und Belichten dieser Vorgang sehr rasch vor sich geht, und zwar bei viel niedrigeren (etwa 300°) Temperaturen. Dieses Verfahren haben wir zur Entfärbung benutzt; einige Angaben sind in der Tabelle wiedergegeben (No 2 und 10). Die Form der F-Kurve bleibt dabei bestehen, die F'-Kurve geht in F über.

Die Frage, ob wir es hier mit einem Übergang der Farbzentren in die neuentdeckte U-Bande ([3]) zu tun haben, bleibt noch offen und bildet den Gegenstand einer nächsten Mitteilung.

In der Tabelle sind einige Zahlenangaben zusammengestellt; einige typische Kurven sind auf den Abb. 1 und 2 wiedergegeben. Man sieht, dass die Verflachung sich auch ins Gebiet der kurzen Wellen erstreckt.

Nach ihrem Verhalten sind die belichteten Kristalle (Kurve F') den erregten NaCl-Kristallen durchaus ähnlich; es kann nämlich durch intensive Bestrahlung mit Ultrarot oder Erwärmen auf etwa 200—300° die ursprüngliche Farbe wiederhergestellt werden (Tabelle, № 6). Wir haben also auch hier mit typischer „Erregung" zu tun.

1	2	3	4	5	6	7
№	Kristall-nummer	Stofflicher Bestand	Vorbehandlung	Abb. und Kurve	K max in mm^{-1}	m
1	128	KCl	Additiv (K-Dampf) verfärbt	—	7.57	0.3
2			Erwärmt bis 200° bei gleichzeitiger Belichtung ($\lambda = 550$—580 mμ)	2 F	3.50	
3			Belichtet ($\lambda = 550$—580 mμ)	2 F'	2.25	
4	124	KBr	Additiv (K-Dampf) verfärbt	1 F	2.16	0.1
5			Belichtet mit intens. weiss. Licht (Punktlampe)	1 F'	0.8	
6			Erwärmt 2 Min bei etwa 300°	—	1.95	
7	122	KBr	Additiv (K-Dampf) verfärbt	—	3.02	0.12
8			Erwärmt 2 Min b. etwa 350° bei gleichzeit. Belicht. mit intens. weiss. Licht. (Punktlampe)	—	1.11	
9	132	KJ	Additiv (K-Dampf) verfärbt	—	8.30	0.78
10			Erwärmt bis etwa 350° mit gleichzeitiger Belichtung (Rotfilter 600—700 mμ)	2 F	4.62	
11			Belichtet (Rotfilter 630—700 mμ)	2 F'	3.84	

Die Annahme, die Veränderung der Farbe wäre auf etwaige Kolloidbildung zurückzuführen, kann man als nicht berechtigt ansehen, da nach den Untersuchungen der Verfasserin (im Erscheinen) die Absorptionsmaxima für die Systeme KCl-K und KBr-K bei etwa 660 mμ bzw. 675 mμ liegen müssen. Die diesbezüglichen Maxima wurden in der Tat in dieser

Gegend beobachtet; nach ihrem Verhalten aber unterscheiden die sich völlig von den obenerwähnten Absorptionskurven F und F'.

Bei der Betrachtung der Kurven fällt es ins Auge, als ob wir es mit zwei Vorgängen zu tun hätten: mit der reversiblen Entfärbung (dieser Vorgang ist nicht mit der obenerwähnten irreversiblen Entfärbung zu identifizieren) und dem Auftreten einer neuen sehr breiten und flachen Absorptionsbande (Untergrund). Die Gestalt dieser Bande kann man folgendermassen ermitteln:* bezeichnet man den Absorptionskoeffizienten der neuen Bande durch x, durch k_a und k_b aber die Absorptionskoeffizienten im unerregten bzw. erregten Zustande, so haben wir

$$k_b = m\, k_a + x \qquad\qquad x = k_b - m\, k_a ,$$

wo m den Anteil der noch vorhandenen, nicht entfärbten Zentren bedeutet. Diesen Faktor kann man leicht nach einigen Proben ermitteln: wählt man ihn nämlich zu gross, so erhält man für die x-Kurve einen wenig wahrscheinlichen Verlauf mit einem Minimum gerade auf der Stelle, wo das Absorptionsmaximum für k_a sich befindet (Abb. 1). Ist er dagegen zu klein, so bleibt das Maximum bestehen. Ein monotoner Kurvenverlauf lässt uns auf den richtigen Wert von m schliessen. So haben wir im Falle stark erregter KBr-Kristalle den Wert $m = 0.1$ gewonnen, der auf fast völlige Erregbarkeit hinweist.

Über den Zusammenhang von Erregung und Leuchten

Die untersuchten Kristalle stammten aus sehr unreinen Schmelzflussen, mittels spektroskopischer Analyse wurden Spuren von Eisen gefunden.** Wir haben also hier mit typischen Kristallphosphoren zu tun.

Es erwiesen sich aber als solche nur die Ra-bestrahlten Kristalle, sie leuchten nämlich bei Belichtung mit Wellenlängen aus dem Gebiete der F-Bande sehr hell auf. Additiv verfärbte Kristalle, in Metalldampf oder durch Stromdurchgang ([4]) verfärbt, obwohl stark erregt, leuchten dagegen nicht, weder bei Belichtung ([5]), noch bei Erwärmung.

Es konnte keine Änderung des Absorptionspektrums nach Abschluss des Leuchtens bemerkt werden.

Diese Ergebnisse weisen auf Abwesenheit eines unmittelbaren Zusammenhanges zwischen den Vorgängen der Erregung und des Leuchtens hin.

Physikalisch-Mathematisches Institut der
Akademie der Wissenschaften. Leningrad.

Eingegangen
d. 7. XII. 1933.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — LITERATUR

[1] R. Pohl. Naturwiss., **21**, 261, 1933.
[2] A. Smakula. Z. f. Phys., **59**, 603, 1930.
[3] R. Pohl u. R. Hilsch. Gött. Nachr., **46**, 322, 1933.
[4] С. Арцыбышев, В. Южаков и Л. Милковская. ДАН-А, 1933, № 8, стр. 157.
S. Arcybyšev, V. Južakov u. L. Milkovskaja. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de l'URRS, Leningrad 1933, A, No 8, p. 157.
[5] E. Rexer. Z. f. Phys., **76**, 752, 1932.

* Dieses Verfahren verdanken wir Prof. T. P. Kravetz.

** Wir hoffen die Untersuchungen mit genau geschätzen Werten der Beimengungen fortsetzen zu können.

Доклады Академии Наук СССР 1934
Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de l'URSS

ХИМИЯ

А. Е. ЧИЧИБАБИН и М. П. ОПАРИНА.

ЛЕТУЧЕЕ ОСНОВАНИЕ КОРНЕЙ ВАЛЕРИАНЫ

(*Представлено академиком А. Е. Фаворским 12 XII 1933*)

Ввиду легкости образования пиридиновых оснований при реакциях конденсации альдегидов с аммиаком, при чем эти основания могут образовываться и при невысоких температурах, нам казалось интересным поискать их присутствия в растениях, особенно, в сильно пахучих, так как запах некоторых высших пиридиновых оснований сильно напоминает запах некоторых пахучих трав. Так как пиридиновые основания являются основаниями очень слабыми, не дающими стойких солей с большинством органических кислот, то накопление в растениях сколько нибудь значительных количеств таких оснований мало вероятно.

С вышеозначенной целью нами было произведено, более десяти лет назад, предварительное исследование около десятка пахучих растений, большею частью свеже собранных, в количестве нескольких килограмм. Опыты были прерваны из-за недостатка средств, которые позволили бы произвести исследование со значельными количествами растительного материала.

В условиях наших опытов лишь из сухих корней валерианы мы могли получить в уловимых количествах летучее основание по запаху очень похожее на высшие пиридиновые основания. Количество этого основания очень невелико (около 0.005% от веса сухих корней.), и при том не все образцы сушеных корней, которые были нами получены от Госмедторгпрома, а лишь около половины их, давали это основание в уловимом количестве. Мы не имеем данных для того, чтобы ответить на вопрос, зависит ли присутствие основания от наличия его лишь в некоторых видах валерианы или от времени сбора, условий сушки и т. д. Собранный под Москвой свежий образец валерианы не дал ощутимых количеств основания. Впрочем, в этом опыте исследовалось все растение целиком. Количество же корней в этом образце было слишком малым.

Основание было анализировано в виде пикрата и хлороплатината. Результаты анализа с несомненностью устанавливают, что в нем на один атом содержится десять атомов углерода. Так как свободное основание не обесцвечивает раствора хамелеона, то ему следует приписать состав $C_{10}H_{15}N$, т. е., насыщенного пиридинового основания.

Описание опытов

Перерабатывались сухие корни валерианы, порциями около 2 кг. После настаивания измельченных в порошок корней с 5% соляной кислотой, к смеси прибавлялся крепкий раствор соды или известковое молоко до сильно щелочной реакции, и смесь подвергалась перегонке с парами соды до получения четырех литров отгона. При этом, как показал опыт, перегоняется все основание, перегоняющееся с парами воды довольно

медленно. Перегон пересыщался соляной кислотой, и из него эфиром экстрагировались нейтральные продукты. После этого кислый водный раствор пересыщался содой или поташом, и эфиром экстрагировались основания. Эфирный раствор высушивался прокаленным поташем; эфир отгонялся. Полученный остаток растворялся в небольшом количестве спирта, и к нему прибавлялся крепкий спиртовый раствор пикриновой кислоты. При стоянии осаждался пикрат в виде желтых иголочек, которые после однократного перекристаллизования из горячего спирта имели постоянную температуру плавления 147—148°. Из 2 кг образцов, содержащих основание, обычно получалось 0.22—0.26 г чистого пикрата.

1. Навеска 0.0957 г: N — 12.2 см³. (10°, 763 мм). 2. Навеска 0.0499 г: N — 6.4 см³. (12°, 725 мм). 3. Навеска 6.621 мг: CO_2—12.306 мг, H_2O—2,326 мг.

$C_{10}H_{15}N \cdot C_6H_2(NO_2)_3OH$ Вычисл.% C — 50.77; H — 4.80; N — 14.31.
Найд. „ „ 50.69; „ 3.93;* „ 15.31, 15.09.

Из части пикрата едким натром было выделено основание, пахнущее высшими гомологами пиридина. Это основание извлечено эфиром, а из эфирного раствора снова извлечено небольшим количеством соляной кислоты. По прибавлении к солянокислому раствору раствора хлорной платины, осел трудно растворимый оранжевый кристаллический порошок хлороплатината, который был промыт соляной кислотой, спиртом и эфиром и затем высушен.

Навеска 0.0822 г: 0.0229 г.

$(C_{10}H_{15}N \cdot HCl)_2PtCl_6$. Вычисл.% Pt — 27.56; найд. — 27.82.

Выделенное из небольшого количества чистого пикрата основание представляет бесцветное масло, при 0° не кристаллизующееся, с несильным запахом, напоминающим запах оснований из валерьянового альдегида, в воде нерастворимое. Выпаренный досуха солянокислый раствор оставляет кристаллическую хлористоводородную соль, на воздухе не расплывающуюся. Раствор соли дает моментально осадки с хлорной ртутью и с раствором иода в иодистом калии.

Водный раствор хамелеона основанием не обесцвечивается моментально, но только через 10—15 минут начинается побурение раствора. Раствор основания в слабой серной кислоте также моментально не обесцвечивает хамелеона.

Лаборатория по исследованию и синтезу
растительных и животных веществ
Академии Наук. Москва.

Поступило
12 XII 1933.

---

* Низкое содержание водорода, повидимому, объясняется случайной погрешностью опыта.

CHEMISTRY

THE VOLATILE BASE OF VALERIAN ROOTS

By A. ČIČIBABIN and M. OPARINA

(*Communicated by A. Favorskij, Member of the Academy, 12. XII. 1933*)

In view of the facility of the formation of pyridine bases during the condensation reaction of aldehydes with ammonia (these bases forming even at low temperatures), we thought it of interest to look for them in plants, particularly in strong smelling ones, since the smell of some of the higher pyridine bases bears a close resemblance to that of some aromatic herbs. Since pyridine bases are very weak bases and do not yield stable salts with the majority of organic acids, the accumulation of considerable quantities of these bases in plants is scarcely probable.

More than ten years ago, in pursuance of the above explained object, we carried out a preliminary investigation of about ten odoriferous plants, newly gathered for the most part, a few kilograms of such plants being available. The experiments were discontinued for lack of the wherewithal to obtain considerable quantities of experimental material.

A volatile base whose smell closely resembled that of the higher pyridine bases could be obtained in perceptible quantities only from the dry valerian roots. The amount of this base was very small (about 0.005% of the weight of the dry roots). Moreover, not all the samples of the dried roots, but only about a half of them, yielded a perceptible quantity of this base. We are not in a position to answer the question whether this was due to the base in question being present only in some species of valerian or whether its presence depended upon the time of collecting, the conditions of drying, etc. A fresh specimen of valerian found near Moscow did not yield any perceptible quantities of the base. In this experiment, however, the whole of the plant was subjected to the experimental treatment, the amount of roots in the specimen being too small.

The base was analysed in the form of a picrate and a chloroplatinate. The analysis showed that the base contained ten atoms of carbon for one atom of nitrogen. Since the free base did not discolour a solution of potassium permanganate, the following composition must be assigned to it: $C_{10}H_{15}N$, i. e. the composition of a saturated pyridine base.

Description of the Experiments

The dry valerian roots were subjected to the experimental treatment in batches of about two kilograms each. After infusing the powdered roots in 5% hydrochloric acid, a strong solution of soda or milk of lime was added to the mixture until a strongly alkaline reaction set in. The mixture was then distilled with water vapour, and four litres of distillate were obtained. As was shown by the experiments, the whole of the base undergoes distillation, but it distills rather slowly with water vapour. The distillate was supersaturated with hydrochloric acid, and neutral products were extracted from it by ether. Then the acid aqueous solution was supersaturated with soda or potash, and the bases were extracted by ether. The ether solution was dried by calcined potash; the ether was distilled off. The obtained residue was dissolved in a small quantity of alcohol, and

a strong alcohol solution of picric acid was added to it. On being allowed to stand, the picrate precipitated in the form of yellow needles, which, after having been recrystallized once from hot alcohol, had a constant melting point of 147—148° C. Two kilograms of samples containing the base usually yielded 0.22—0.26 g of pure picrate.

1. Weight of substance taken — 0.0957 g: N — 12.2 cm^3 (10°, 763 mm). 2. Weight of substance taken — 0.04499 g: N — 6.4 cm^3 (12°,752 mm). 3. Weight of substance taken — 6.621 mg: CO_2 — 12.306 mg, H_2O — 2.826 mg.

$C_{10}H_{15}N \cdot C_6H_2(NO_2)_3OH$

Calculated	Found
C — 50.77%	C — 50.69 %
H — 4.80 „	H — 3.93 „ *
N — 14.81 „	N — 15.31 „ , 15.09%

A base smelling of the higher homologues of pyridine was isolated by means of sodium hydroxide from a part of the picrate. This base was extracted by ether, and from the ether solution it was again extracted by a small amount of hydrochloric acid. On adding a solution of platinic chloride to the hydrochloric solution, a slowly dissolving orange-coloured crystalline powder of chloroplatinate separated. It was washed by hydrochloric acid, alcohol, and ether, and then dried.

Weight of substance taken — 0.0822 g: 0.0229 g.

$(C_{10}H_{15}N \cdot HCl)_2\ PtCl_6$

Calculated	Found
Pt — 27.56%	Pt — 27.82%

The base isolated from a small amount of pure picrate was found to be a colourless oil which did not crystallize at 0° C, had a weak smell resembling that of the bases from valeric aldehyde, and was insoluble in water.

When its soluiton in hydrochloric acid is evaporated to dryness, a crystalline hydrochloric salt is obtained, which does not liquefy in the air. A solution of this salt gives instantaneous precipitates with mercuric chloride and with a solution of iodine in potassium iodide.

The base does not instantaneously discolour an aqueous solution of potassium permanganate, and the latter begins to acquire a brown colour only in 10—15 minutes. A solution of the base in a weak sulphuric acid also does not discolour potassium permanganate instantaneously.

Laboratory for the Investigation and Synthesis of Vegetable and Animal Substances of the Academy of Sciences. Moscow.

Received 12. XII. 1933.

* The low content of hydrogen is apparently due to some accidental error in the experiment.

Доклады Академии Наук СССР 1934
Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de l'URSS

ХИМИЯ

И. Н. НАЗАРОВ

О МЕТАЛЛКЕТИЛАХ ЖИРНОГО РЯДА II

(*Представлено академиком А. Е. Фаворским 13 XII 1933*)

В первой работе о металлкетилах жирного ряда* мы показали, что при действии металлического натрия на пента- и гекса-метилацетон, в первой стадии реакции, возникает окрашенный металлкетил, который медленно, на протяжении нескольких дней, нацело ассоциирует в бесцветный алкоголят пинакона.

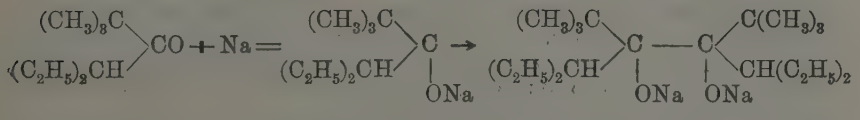
При действии же натрия на пинаколин, стадия образования кетила совершенно неуловима, так как он, повидимому, моментально ассоциирует в соответствующий пинаколят.

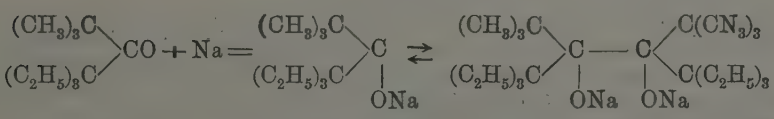
В дополнение к этой работе мы изучили еще действие натрия на диэтил- и триэтил-пинаколин.

Диэтил-пинаколин по отношению к натрию ведет себя аналогично пента- и гексаметилацетону: в первой стадии реакции также образуется металлкетил интенсивного темно-красного цвета, ассоциирующий через несколько дней в бесцветный алкоголят пинакона.

Триэтил-пинаколин ведет себя совершенно иначе: возникающий из него металлкетил является гораздо более устойчивым; полной ассоциации его в пинаколят не происходит даже в течение 3 месяцев.

Поэтому происходящие реакции можно выразить следующим образом:





Наиболее вероятно, что металлкетил триэтил-пинаколина находится в растворе не в мономерной форме, а именно в равновесии с пинаколятом, как показывает вышеприведенная схема.

Интересно, что присоединение натрия к триэтил-пинаколину, в отличие от других изученных кетонов, происходит очень медленно, что объясняется, повидимому, пространственными затруднениями. В эфирном растворе реакция не заканчивается на протяжении 3—4 месяцев, а в случае разбавленных растворов она даже совершенно не возникает.

* А. Е. Фаворский и И. Н. Назаров. Изв. Акад. Наук Н, № 9, 1933.

При действии натрия на триэтил-пинаколин, без растворителя, емно-красная окраска кетила медленно появляется только через несколько ней. Причем реакция заметно не ускоряется и при нагревании массы о 110—115°. При этом нагревании окраска кетила быстро исчез ает и масса становится почти совершенно бесцветной. При о хлаждении ее темно-красная окраска вскоре снова появляется. Быстрая ассоциация металлкетилов в пинаколяты, при нагревании их без растворителя, наблюдалась нами и раньше на примере пента- и гексаметилацетона, но в данном случае она выступает особенно отчетливо, так как металлкетил триэтил-пинаколина при комнатной температуре, без растворителя может сохраняться неопределенно долгое время.

При гидролизе натр-производных диэтил- и триэтил-пинаколина водой получается смесь исходных кетонов и соответствующих карбинолов. Пинаконов здесь совершенно не образуется.

При качественных реакциях металлического натрия с метил- и этил-пинаколином не было констатировано промежуточного образования металлкетилов. Окраски при этом совершенно не появляется, а реакция проходит с значительной энолизацией. Их поведение, таким образом, близко напоминает сам пинаколин.

Из имеющихся данных о жирных металлкетилах видно, что, только вторичные и третичные радикалы, связанные с карбонильной группой, делают металлкетилы способными к существованию. Особенно же сильно повышает устойчивость металлкетилов третичный гептил $(C_2H_5)_3C$.

1. НАТРИЙ-ДИЭТИЛ-ПИНАКОЛИН

Диэтил-пинаколин готовился этилированием пинаколина с помощью амида натрия и иодистого этила. Он имел температуру кипения 174—178°.

В реакцию было взято 27 г кетона, растворенного в 150 см³ абс. эфира и 10 г натрия (в тонких лентах)*.

Вскоре наступило очень интенсивное темно-красное окрашивание с разогреванием раствора. Газ совершенно не выделялся. Уже через двое суток, при стоянии, наступило заметное обесцвечивание — раствор еще имел темно-красную окраску, но уже гораздо более слабую. Через пять дней раствор почти совсем обесцветился.

В результате разложения бесцветного раствора пинаколята ледяной водой и обработки эфирного слоя было получено 25 г смеси исходного кетона и его спирта, перегнавшейся при 100—105° и 50 мм (остаток перегнавшейся в широких пределах — 2 г). При разгонке этой смеси при нормальном давлении было получено: диэтил-пинаколина, кипевшего при 174—182°, — 12 г и его спирта, кипевшего при 183—186°, — 12 г.

Полученный из спирта фенилуретан плавился при 105—107° (по литературным данным — 107°).

На нейтрализацию водно-щелочного слоя пошло 170.25 см³ $1/n$ H_2SO_4, что соответствует 3.91 г натрия.

По теории на 27 г кетона, исходя из $C_{10}H_{20}ONa$, следует 3.92 г натрия.

При разложении пинаколята $1/n$ уксусной кислотой и 10% серной кислотой получаются аналогичные результаты, т. е. также образуется смесь исходного кетона и спирта.

* Все реакции между кетонами и натрием проводились без доступа воздуха.

2. НАТРИЙ-ТРИЭТИЛ-ПИНАКОЛИН

Триэтил-пинаколин также готовился этилированием пинаколина и имел температуру кипения 212—218°. Реакция его с натрием проводилась как в эфирном растворе, так и без растворителя.

а) Было взято кетона 10 г, абсолютного эфира 50 см³, натрия в тонких лентах 5 г. Через 14 дней раствор окрасился в темно-красный цвет, а через $3^1/_2$ месяца он был разложен ледяной водой.

При обработке продукта было получено: 5 г кетона с температурой кипения 212—222° и 3 г главным образом спирта с температурой кипения 222—230° С.

Из спирта был получен уретан с температурой плавления 104—105°.

Темно-красный раствор кетила обесцвечивался на воздухе и давал реакцию на перекись водорода.

б) В круглодонной колбочке было взято 28 г кетона с 8 г металлического натрия. Через день вокруг натрия на дне колбы появилась темно-красная окраска, которая постепенно увеличивалась. Через три дня уже вся масса была интенсивно окрашена, после чего она нагревалась 1 час до температуры 110—115°, а натрий при этом был диспергирован. При нагревании окраска кетила быстро исчезла, при охлаждении же вскоре появилась снова (эта операция была повторена 4 раза). Спустя 10 дней масса имела очень интенсивный коричнево-красный цвет, но все же оставалась еще жидкой.

Колбочка была наполнена абс. эфиром (около 80 см³) и оставлена стоять еще на 20 дней, причем она время от времени встряхивалась.

При гидролизе металлкетила ледяной водой и обработке эфирного слоя было получено 23 г смеси триэтил-пинаколина и его спирта, перегнавшейся при 133—153° и 110 мм.

На нейтрализацию щелочного слоя пошло 571 см³ $n/_{10}H_2SO_4$, что соответствует 1.313 г Na; по теории на 28 г кетона, исходя из $C_{12}H_{24}ONa$, следует 3.5 г Na; следовательно, реакция прошла всего на 35—40%.

Лаборатория органической химии
Химического института
при Ленинградском государственном
университете им. А. С. Бубнова.

Поступило
13 XII 1933.

CHEMIE

ÜBER METALLKETYLE DER ALIPHATISCHEN REIHE II

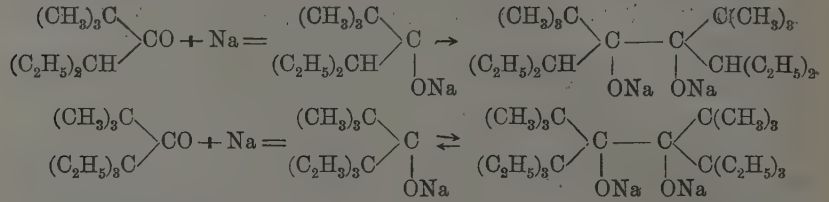
Von I. NAZAROV

(*Vorgelegt von A. Favorskij, Mitglied der Akademie, d. 13. XII. 1933*)

ZUSAMMENFASSUNG

In der ersten Arbeit über Metallketyle der aliphatischen Reihe haben wir gezeigt, dass bei Einwirkung von metallischem Natrium auf Penta- und Hexamethylaceton, im ersten Reaktionsstadium ein gefärbtes Metallketyl entsteht, welches langsam im Verlauf von einigen Tagen vollständig zu einem farblosen Pinaconalcoholat assoziiert. Bei Einwirkung von Natrium auf Pinacolin ist das Entstehungsstadium des Ketyls völlig unerfassbar, da dasselbe offenbar momentan zum entsprechenden Pinakolat assoziiert. In Ergänzung zu dieser Arbeit haben wir noch die Einwirkung von Natrium auf Diäthyl- und Triäthylpinakolin studiert.

Das Diäthylpinakolin verhält sich gegen Natrium analog dem Penta- und Hexamethylaceton: im ersten Reaktionsstadium entsteht hier ebenfalls Metallketyl von intensiver dunkelroter Farbe, das nach einigen Tagen zu einem farblosen Pinakonalkoholat assoziiert. Das Triäthylpinakolin verhält sich ganz anders: das aus demselben entstehende Metallketyl ist viel stabiler und ergibt keine vollständige Assoziation zu Pinakolat im Verlauf von drei Monaten. Daher können die stattfindenden Reaktionen folgendermassen ausgedrückt werden:



Am wahrscheinlichsten ist, dass das Metallketyl des Triäthylpinakolins in der Lösung nicht in monomerer Form, sondern im Gleichgewichte mit Pinakolat sich befindet, wie das angeführte Schema zeigt.

Von Interesse ist, dass die Addition von Natrium zu Triäthylpinakolin zum Unterschiede von anderen untersuchten Ketonen sehr langsam verläuft, was offenbar durch räumliche Hindernisse zu erklären ist.

In ätherischer Lösung kommt die Reaktion im Verlauf von 3—4 Monaten nicht zum Abschluss, und in verdünnten Lösungen entsteht sie überhaupt nicht. Bei Einwirkung von Natrium auf Triäthylpinakolin ohne Lösungsmittel tritt die dunkelrote Färbung des Ketyls langsam nur nach einigen Tagen auf, wobei die Reaktion durch Erhitzen der Masse bis 110—115° nicht merklich beschleunigt wird. Bei solchem Erhitzen verschwindet die Ketylfärbung schnell und die Masse wird fast gänzlich farblos. Beim Abkühlen tritt die dunkelrote Farbung bald wieder auf.

Die schnelle Assoziation der Metallketyle zu Pinakolaten bei Erhitzen derselben ohne Lösungsmittel ist von uns schon vorher an Penta- und Hexamethylaceton beobachtet worden, aber in diesem Falle tritt dieselbe besonders deutlich hervor, da das Metallketyl des Triäthylpinakolins bei Zimmertemperatur ohne Lösungsmittel unbestimmt lange Zeit aufbewahrt werden kann. Bei der Hydrolyse der Natriumderivate des Diäthyl- und Triäthylpinakolins durch Wasser wird ein Gemisch von Ausgangsketonen und entsprechenden Carbinolen erhalten; Pinakonen entstehen dabei gar nicht.

Bei qualitativen Reaktionen des metallischen Natrium mit Methyl- und Äthylpinakolin wurde keine intermediäre Bildung von Metallketylen konstatiert; eine Farbung wird nicht beobachtet und die Reaktion verlauft unter bedeutender Enolisation. Das Verhalten derselben erinnert sehr an das Pinakolin selbst.

Aus den existirenden Angaben über aliphatische Metallketyle ist zu ersehen, dass nur sekundäre und tertiäre Radikale, die mit einer Carbonylgruppe verbunden sind, die Metallketyle existenzfähig machen. Besonders stark steigernd wirkt auf die Stabilität der Metallketyle das tertiäre Heptyl $(C_2H_5)_3C$.

Organische Abteilung des Chemischen Instituts der Staatl. Universität. Leningrad.

Eingegangen d. 13. XII. 1933.

Доклады Академии Наук СССР 1934
Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de l'URSS

ХИМИЯ

К. М. ГОРБУНОВА и А. Т. ВАГРАМЯН

МЕХАНИЧЕСКОЕ АКТИВИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ЭЛЕКТРОДА

(*Представлено академиком В. А. Кистяковским 23 XI 1933*)

Электролитическое выделение металлов на полированной поверхности представляет собой явление, связанное с некоторым торможением, зависящим отчасти от количества активных мест электрода. Пассивность электрода может быть преодолена путем повышения внешней электродвижущей силы. Величина повышения, однако, настолько мала, что на

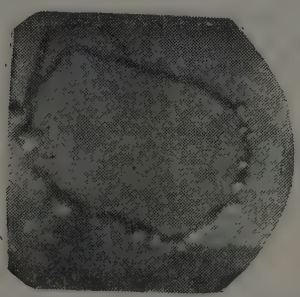


Рис. 1.—Fig. 1.

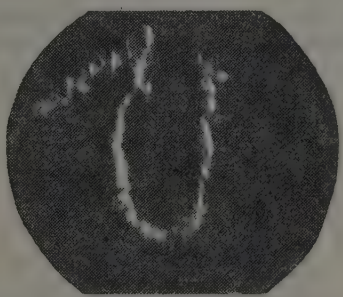


Рис. 2.—Fig. 2.

практике оно редко когда отмечалось. В настоящее время замечается повышенное внимание к скоростным процессам, протекающим на электроде при выделении металлов (1). В связи с этим представляет некоторый интерес явление механического активирования, наблюденное нами при исследовании процессов образования и роста кристаллов при электролизе.

Серебряный малый катод с хорошо отполированной поверхностью погружался в 3 n раствор $AgNO_3$ и при поляризации до $\sim 0.6 \cdot 10^{-2}$ V оставался пассивным. Повышение поляризации до $1.7 \cdot 10^{-2}$ V (указанная величина колебалась в зависимости от обработки поверхности) приводило к образованию того или другого числа микроскопических кристалликов, способных расти уже при пониженном напряжении. Иначе дело обстояло при нанесении на поверхность электрода царапины. Уже при значительно низших потенциалах внутри царапины возникали зародыши, способные развиваться нормальным образом (2). Царапина наносилась под электролитом или же непосредственно перед погружением в него. Тотчас же после погружения электрод поляризовался. При более длительном пребывании в электролите без достаточной поляризации нарушенное место катода не представляло каких либо преимуществ для воз-

никновения центров кристаллизации. По предложению академика В. А. Кистяковского в одном из опытов была нанесена стеклянной палочкой царапина сложной формы, исключающей элементы случайности в опыте.

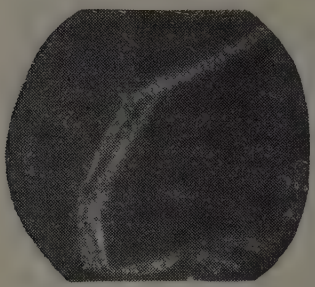


Рис. 3.—Fig. 3.

Как и следовало ожидать, образование микрокристаллов по месту овальной царапины (микрофотографии, рис. 1, 2 и 3) протекало при пониженных потенциалах, как и в предыдущих случаях. Обнаруженное явление находится в согласии с весьма интересными взглядами Странского, развитыми в его работе о росте и растворении неполярных кристаллов ([3]). Царапание вызывает повидимому увеличение количества активных мест, благодаря обнажению свободных углов и ребер микрокристаллов электрода, на которых локализуется выделение металла ([4]).

Явление кристаллообразования по месту нарушения полированной поверхности, охарактеризованное акад. В. А Кистяковским „локальной электрокристаллизацией", представляет существенный интерес для выяснения природы активных мест электрода.

Коллоидо-электрохимическая лаборатория
Академии Наук. Ленинград.

Поступило
20 XI 1933.

CHIMIE

L'ACTIVATION MÉCANIQUE À LA SURFACE DE L'ÉLECTRODE

Par K. GORBUNOVA et A. VAHRAMJAN

(*Présenté par V. Kistiakovskij, de l'Académie, le 23. XI. 1933*)

La séparation électrolytique de métaux sur une surface polie est un phénomène comportant certaines résistances qui dépendent en partie du nombre des endroits actifs de l'électrode. La passivité de l'électrode peut être surmontée au moyen d'un accroissement de la force électromotrice. Cet accroissement, toutefois, est tellement minime, que dans la pratique son existence a été rarement signalée. A l'heure actuelle un redoublement d'intérêt se fait sentir pour les processus de vitesse s'effectuant sur l'électrode pendant la séparation des métaux ([1]). A ce propos, nous croyons que le phénomène de l'activation mécanique observé par nous dans nos études des processus de formation et d'accroissement des cristaux dans l'électrolyse présente un certain intérêt.

Une petite cathode en argent à surface bien polie était plongée dans une solution 3 *n* de $AgNO_3$ et restait passive pendant la polarisation jusqu'à près de $0.6 \cdot 10^{-2}$ V. Une augmentation de la polarisation jusqu'à $1.7 \cdot 10^{-2}$ V (la valeur indiquée variait suivant l'état de préparation de la surface) amenait la formation d'un certain nombre de cristaux microscopiques, susceptibles d'accrois-

sement même pour des intensités réduites. Il n'en était pas de même lorsque la surface de l'électrode était égratignée ou entaillée. Déjà pour des potentiels bien moindres des rudiments cristallins apparaissaient dans l'entaille pouvant se développer normalement (2). L'incision se pratiquait ou bien dans l'électrolyte, ou immédiatement avant l'immersion. Aussitôt après l'immersion l'électrode était polarisée. Pendant un séjour plus prolongé dans l'électrolyte, sans polarisation suffisante, l'endroit entamé de la cathode ne présentait plus aucun avantage pour la formation de centres de cristallisation. Sur la proposition de V. Kistïakovskij, de l'Académie, on fit dans l'une des expériences avec une baguette de verre un trait de forme compliquée qui éliminait tout élément de hasard dans l'expérience. Comme il y avait lieu de s'y attendre, la formation des microcristaux à l'endroit de l'égratignure à forme ovale (microphotographies, fig. 1,2 et 3) s'accomplissait pour des potentiels faibles tout comme dans les cas précédents. Le phénomène constaté s'accorde avec les vues fort intéressantes de Stranskij, développées dans son ouvrage sur la croissance et la dissolution de cristaux non polaires (3). L'égratignure provoque apparemment une augmentation du nombre des endroits actifs, grâce à la mise à nu d'angles et d'arêtes de microcristaux de l'électrode, sur lesquels se localise la séparation du métal.

Le phénomène de la formation de cristaux à l'endroit de l'atteinte portée à une surface polie, que Kistïakovskij qualifie „d'électrocristallisation locale", présente un intérêt essentiel pour l'explication de la nature des endroits actifs de l'électrode.

Laboratoire d'Electrochimie colloïdale de l'Académie des Sciences. Leningrad.

Manuscrit reçu le 20. XI. 1933.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — LITTÉRATURE

[1] Brandes. Z. phys. Chem. (A), **142**, 97 (1929). — Volmer. Z. phys. Chem. (A), **139**, 597 (1928). — Erdey-Gruz u. Volmer. Z. phys. Chem. (A), **157**, 165 (1931). — Erdey-Gruz u. Volmer. Z. phys. Chem. (A), **157**, 182 (1931). — Kohlschütter u. Torricelli. Z. Elekrochem., **38**, 213 (1932). — Erdey-Gruz u. Wick. Z. phys. Chem. (A), **162**, 63 (1932). — Самарцев и Евстропьев. Доклад на Октябрьской сессии Академии Наук, 1933. Samarcev et Evstropïev. Communication lue à la session d'Octobre de l'Acad. d. Sc. de l'URSS, 1933.

[2] Kohlschütter u. Torricelli. Z. Elektrochem., **38**, 213 (1932).

[3] Stranskij. Z. phys. Chem. (B), **11**, 342 (1930).

Доклады Академии Наук СССР 1934
Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de l'URSS

ФИЗИОЛОГИЯ

А. Ю. ХАРИТ и И. И. ФЕДОРОВ

К ВОПРОСУ ОБ ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССАХ ПРИ МЫШЕЧНОЙ РАБОТЕ

II. ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ КРОВИ И МОЧИ ПРИ МЫШЕЧНОЙ РАБОТЕ

(Представлено академиком А. А. Рихтером 4 XII 1933)

Следующим этапом по выяснению влияния мышечной работы на окислительно-восстановительные процессы в организме явилось исследование над изменением потенциалов мочи и фильтратов крови, наступающих при работе произвольной поперечно-полосатой мускулатуры.

Общая постановка методики наших опытов для крови была такова: у собаки натощак бралась кровь, как артериальная, так и венозная (из v. и a. femoralis), после чего мышца (musc. gastrocnemius) раздражалась электрическим током в течение 15 минут. Наступали сильные судорожные сокращения не только раздражаемой мышцы, но и ближних участков мускулатуры.

Вслед за этим через 15 минут после раздражения вновь бралась кровь из артерии и вены.

Исследованию подвергались обезбелковенные фильтраты крови (венозной и артериальной).

Белки крови осаждались обычным способом по Фолину и Ву вольфраматом натрия с $^2/_3$ n/H_2SO_4, после чего в фильтрате определялся потенциал.

Для определения последнего мы применяли потенциометрический метод.

В исследуемый раствор (5см^3) погружались гладкие платиновые электроды (пластинчатые); электродом сравнения служил насыщенный каломелевый электрод.

Приводимые в таблицах потенциалы отнесены к нормальному водородному электроду.

Результаты, полученные нами, приведены в следующей таблице, где E_H обозначает величину потенциала фильтрата, отнесенную к нормальному водородному электроду, A_I — означают фильтрат артериальной крови до работы, A_{II} — после работы, соответственные значки B_I и B_{II} относятся к фильтратам венозной крови до и после работы.

Значки $A_I - A_{II}$, $B_I - B_{II}$, как и значки $A_I - B_I$ и $A_{II} - B_{II}$, означают разность потенциалов соответственных фильтратов крови и позволяют судить о разности потенциалов между артериальной и венозной кровью, как до работы, так и после работы, а также показывают величину изменения потенциала.

pH исследуемого фильтрата во всех опытах постоянен, а именно кислая среда осадителя.

Нужно отметить, что потенциал фильтрата весьма быстро устанавливался и поддавался весьма точному определению (до 1—2 V).

Фильтраты крови до и после работы

№ опыта	Месяц и число	A_I $E_н$	$A_П$ $E_н$	$A_I - A_П$ $E_н$	B_I $E_н$	$B_П$ $E_н$	$B_I - B_П$ $E_н$	$A_I - B_I$ $E_н$	$A_П - B_П$ $E_н$
1	11 X	619	—	—	594	—	—	—25	—
2	20 X	609	577	—32	559	534	—25	—50	—43
3	5 XI	589	574	—15	569	562	—7	—20	—12
4	11 XI	604	589	—15	579	559	—20	—25	—30
5	4 XII	612	581	—31	588	572	—16	—24	—9
6	7 XII	608	570	—38	592	571	—21	—16	—1

Из данных таблицы мы видим, что потенциал фильтрата артериальной крови до работы в среднем 0.607 V, потенциал фильтрата артериальной крови после работы в среднем 0.578 V.

Соответственные потенциалы для венозной 0.580 и 0.557 V; т. е. в результате мышечной работы потенциал падает для артериальной крови в среднем на 0.026 V, а потенциал фильтрата венозной крови уменьшается на 0.018 V.

Необходимо также отметить тот факт, что потенциал фильтрата артериальной крови выше потенциала фильтрата венозной крови в среднем на 0.028 V до работы и на 0.020 V после работы.

Далее нами установлено, что через 45 минут и 1 час после работы потенциал возвращается к норме. Характер падения и последующего возвращения к норме ясен из приводимой кривой (см. стр. 132).

Вторая часть проводившейся нами работы заключалась в выяснении влияния мышечной работы на потенциал мочи. Исследования проводились на людях. Давалась определенная нагрузка и потенциал мочи измерялся непосредственно до работы, а затем через 30—40 минут после работы. Методика измерения та же, что и для крови, но без всякого добавления каких либо реактивов и без разведения.

Приводимая таблица характеризует изменение потенциала мочи после мышечной работы.

М о ч а

№ опыта	Месяц и число	$E_н$ до работы	$E_н$ после работы	Разность в mV	pH до работы	pH после работы
1	17 XI	100	80	—20	5.9	6.1
2	22 XI	147	70	—77	6.0	5.98
3	22 XI	137	82	—59	5.88	5.91
4	26 XI	128	64	—64	5.63	5.88

Потенциалы отнесены к насыщенному каломелевому электроду.

Параллельно ставились и измерения *pH*, как водородным электродом, так и хингидронным методом.

В среднем, таким образом, потенциал мочи до работы равен 0.118 V, после работы же в среднем — 0.73 V. Во всех случаях, как видно из таблицы, после работы потенциал падает. Средняя величина падения — 0.045 V.

Однако, необходимо отметить, что падение в течение первых 30—40 минут не так сильно, но становится более резким в последующие 30—45 минут, достигая в среднем 0.060 V; затем в течение от получаса до 1 часа потенциал стоит на этом уровне и после этого постепенно начинает приходить к норме, возвращаясь к последней через $3^1/_2$—4 часа после работы. Это изменение во времени ясно видно из кривой.

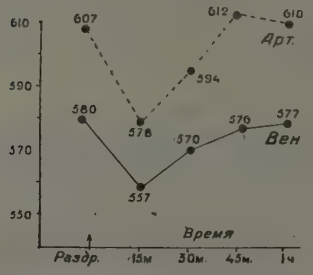


Рис. 1. Кривые изменения потенциала крови. — Abb. I. Kurven der Potentialveränderung im Blut.

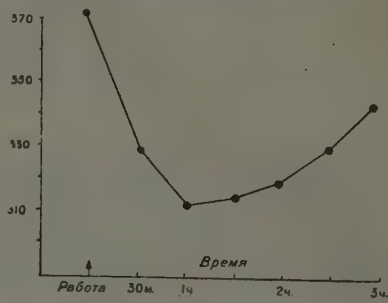


Рис. 2. Кривая изменения потенциала мочи. — Abb. 2. Kurve der Potentialveränderung im Harn.

Постоянного, закономерного изменения *pH* мы не наблюдаем, незначительные же отклонения *pH* были.

Среднее *pH* мочи до работы было — 5.98, после работы — 5.90.

Приведенные явления падения потенциала крови и мочи служат указанием на изменившиеся соотношения окислительно-восстановительных систем в мышцах, крови и моче.

Вследствие работы, окислительно-восстановительные системы как в артериальной, так и в венозной крови, изменяют соотношение своих компонентов; именно, уменьшается количество окисленной ступени и нарастает восстановленная ступень, вследствие чего и происходит падение потенциала. Падение потенциала в моче до некоторой степени можно объяснить нарастанием восстановленных форм продуктов вымываемых из мышечной ткани после работы. С этой же точки зрения легко понимается разница во времени, потребного для того, чтобы потенциалы мочи и крови пришли бы к той же величине, что и до работы.

Это изменение потенциала фильтрата крови и мочи до некоторой степени может служить указанием на то, что мышца во время работы жадно забирает из крови системы с высоким потенциалом и использует их, чтобы окислить частью израсходованные свои собственные системы; использованные продукты выбрасываются в ток крови и дают понижение потенциала как крови, так затем и мочи.

Как весьма своевременную проблему наши опыты выдвигают требование попытаться проследить падение потенциала мочи в зависимости от производимой работы и утомления. Эта проблема весьма остра для физиологов труда, и в настоящее время в этой области нами ставятся наблюдения.

Лаборатория биологической химии
Института медицинских знаний. Ленинград.

Поступило
4 XII 1933.

PHYSIOLOGIE

VON DEN IM VERLAUF DER MUSKELARBEIT SICH ABSPIELENDEN OXYDATIONS-REDUKTIONSPROZESSEN

II. DAS OXYDATIONS-REDUKTIONSPOTENTIAL VON BLUT UND HARN UNTER DEM EINFLUSS VON MUSKELARBEIT

Von A. CHARIT und I. FEDOROV

(Vorgelegt von A. Richter, Mitglied der Akademie, d. 4. XII. 1933)

Als nächstfolgendes Glied unserer Untersuchungen über den Einfluss von Muskelarbeit auf die Oxydations-Reduktionsprozesse im Organismus kommt eine Prüfung der Potentialveränderungen im Harn und in Filtraten des Blutes an die Reihe, welche als Folge von Arbeitsleistung der willkürlichen quergestreiften Muskulatur eintreten.

Unsere Versuchsmethodik für das Blut gestaltete sich in den grossen Zügen folgendermassen: einem Hunde wurde bei nüchternem Magen Blut abgenommen, sowohl arterielles als auch venöses (aus v. u. a. femoralis), worauf ein Muskel (musc. gastrocnemius) 15 Minuten lang durch einen elektrischen Strom gereizt wurde. Es traten starke krampfhafte Kontraktionen ein, die über den direkt gereizten Muskel hinaus auf die anstossenden Strecken der Muskulatur sich ausdehnten.

Nach Ablauf von 15 Minuten nach der Reizwirkung wurde wiederum beiderlei Blut den besagten Gefässen entnommen.

Untersucht wurden die ihres Eiweissgehalts entledigten Filtrate des Bluts (arteriellen sowohl als auch venösen). Die Eiweisssubstanzen wurden mittels des gewohnten Verfahrens nach Folin und Wu durch wolframsaures Natron mit $^2/_3\ n/H_2SO_4$ niedergeschlagen, worauf im Filtrate das Potential bestimmt wurde. Diese Bestimmung wurde unter Anwendung der potentiometrischen Methode ausgeführt.

In die untersuchte Lösung (5 cm^3) wurden blank polierte Platinelektroden (Plattenelektroden) getaucht; als Vergleichselektrode diente eine gesättigte Kalomelelektrode.

Die in den Tabellen angeführten Potentialwerte sind auf die normale Wasserstoffelektrode bezogen. Unsere experimentellen Ergebnisse sind in nachstehender Tabelle zusammengefasst, wo E_H den Betrag des im Filtrat ermittelten Potentials bezeichnet, auf die normale Wasserstoffelektrode bezogen, die Zeichen: A_I das Filtrat des arteriellen Blutes vor der Arbeitsleistung, A_{II} — nach der Arbeitsleistung, die entsprechenden Zeichen V_I und V_{II} bezw. die Filtrate des venösen Bluts vor und nach Arbeitsleistung.

Die Spaltenüberschriften $A_I - A_{II}$, $V_I - V_{II}$ ebensowie $A_I - V_I$ und $A_{II} - V_{II}$ bedeuten Potentialdifferenzen der diesbezüglichen Blutfiltrate und die entsprechenden Zahlen gestatten ein Urteil über die Potentialdifferenz zwischen arteriellem und venösem Blut sowohl vor, als auch nach der betreffenden Arbeitsleistung und geben zugleich die Grösse der Potentialveränderung an.

Das *pH* des untersuchten Filtrats ist in allen Versuchen konstant — nämlich das saure Medium der niederschlagenden Substanz.

Es ist zu bemerken, dass das Potential des Filtrats sich sehr rasch und mit grosser Genauigkeit (bis auf 1—2 mV) bestimmen liess.

Blutfiltrate vor und nach Arbeitsleistung

Versuchs-nummer	Datum	A_I E_H	A_{II} E_H	$A_I - A_{II}$ E_H	V_I E_H	V_{II} E_H	$V_I - V_{II}$ E_H	$A_I - V_I$ E_H	$A_{II} - V_{II}$ E_H
1	11 X	619	—	—	594	—	—	—25	—
2	20 X	609	577	—32	559	534	—25	—50	—43
3	5 XI	589	574	—15	569	562	—7	—20	—12
4	11 XI	604	589	—15	579	559	—20	—25	—30
5	4 XII	612	581	—31	588	572	—16	—24	—9
6	7 XII	608	570	—38	592	571	—21	—16	—1

Aus den Angaben der Tabelle ersehen wir, dass das Potential des Filtrats von arteriellem Blut im Durchschnitt 0.607 V vor und 0.578 V nach der geleisteten Arbeit beträgt. Für venöses Blut betragen diese Potentiale bezw. 0.580 V und 0.557 V. Daraus folgt, dass im Ergebnis der Muskelarbeit des Potential für arterielles Blut im Durchschnitt um 0.026 V, für venöses um 0.018 V sinkt.

Es muss hier auch darauf hingewiesen werden, dass das Potential des Filtrats von arteriellem Blut dasjenige auf gleiche Weise behandelten venösen Bluts im Durchschnitt 0.028 V vor der Arbeit und 0.020 nach selbiger übertrifft.

Ferner haben wir festgestellt, dass nach Ablauf von 45 Min. und 1 Stunde nach der Arbeitsleistung das Potential zum normalen Stand zurückkehrt. Der Verlauf des Sturzes und der Rückkehr zur Norm ist anschaulich durch Kurve Abb. 1 wiedergegeben (S. 132).

Der zweite Teil der von uns durchgeführten Arbeit betraf den Einfluss der Muskelarbeit auf das Potential des Harns. Die Untersuchungen wurden an Menschen angestellt. Es wurde ein bestimmtes Arbeitsquantum aufgegeben und das Potential des Harns unmittelbar vor der Ausführung und abermals nach Ablauf von 30—40 Min. gemessen. Die Messmethodik war dieselbe, wie beim Blute, nur ohne jegliche Zugabe von Reaktiven noch Versetzen.

Nachstehende Tabelle kennzeichnet die Veränderung des Harnpotentials nach der Muskelarbeit.

Harn

Versuchs-nummer	Datum	E_H vor d. Arbeit	E_H nach d. Arbeit	Differenz in mV	pH vor d. Arbeit	pH nach d. Arbeit
1	17 XI	100	80	—20	5.9	6.1
2	22 XI	147	70	—77	6.0	5.98
3	22 XI	137	82	—59	5.88	5.91
4	26 XI	128	64	—64	5.63	5.88

Die Potentiale sind auf die gesättigte Kalomelelektrode bezogen.

Parallel wurden auch Messungen von *pH* sowohl mit Wasserstoffelektrode, als auch mit dem Hydrochinonverfahren angestellt.

So betrug denn das Potential des Harns im Durchschnitt vor der Arbeit 0.118 V, nachher dagegen 0.073 V. In allen Fällen, wie aus der Tabelle ersichtlich, sinkt das Potential nach ausgeführter Arbeitsleistung. Die mittlere Grösse des Sturzes beträgt 0.045 V.

Hier ist jedoch zu bemerken, dass das Sinken des Potentials im Lauf der ersten 30—40 Minuten nicht so stark ist und binnen weiterer 30—45 Minuten noch schärfer wird, wobei im Durchschnitt eine Differenz von 0.060 V erreicht wird. Darauf verharrt das Potential während einer halben bis einer ganzen Stunde auf diesem tiefsten Stande, um darauf wieder allmählich ins Steigen zu kommen, so dass die Norm nach Ablauf von $3\,^1/_2$—4 Stunden vom Moment der Arbeitleistung an wieder erreicht wird. Diese Folge von Änderungen ist durch Kurve Abb. 2 (S. 132) veranschaulicht.

Eine fortlaufende und regelrechte Abänderung von *pH* war nicht nachzuweisen, doch gab es unbedeutende Abweichungen.

Der durchschnittswert von *pH* des Harns betrug: vor der Arbeitsleistung — 5.98; nach der Arbeitsleistung — 5.90.

Die hier besprochenen Erscheinungen von Potentialsturz in Blut und Harn deuten auf veränderte Wechselbeziehungen der „Redox"-Systeme in Muskeln, Blut und Harn.

Unter der Einfluss der Arbeit ändern die Redox-Systeme sowohl des arteriellen als auch venösen Blutes das Verhältnis ihrer Komponenten — es nimmt nämlich das Quantum der oxydierten Stufe ab, wogegen dasjenige der reduzierten Stufe anwächst, was gerade den Potentialsturz herbeiführt. Letztere Erscheinung beim Harn lässt sich einigermassen durch ein Anwachsen reduzierter Formen der aus dem Muskelgewebe nach vollzogener Arbeit ausgewaschenen Produkte erklären. Von demselben Standpunkt lässt sich auch der Zeitaufwand verstehen, welcher erforderlich ist, um die Potentiale von Harn und Blut ihre Ausgangswerte wiedergewinnen zu lassen.

Diese Potentialänderungen an Blutfiltrat und an Harn können bis zu einem gewissen Grade als Hinweis betrachtet werden, dass der Muskel während der Arbeit mit Begierde aus dem Blut Systeme mit hohem Potential aufsaugt und sich für die Oxydation seiner eigenen, teilweise schon verausgabten Systeme nutzbar macht; die bereits abgenutzten Produkte werden in den Blutstrom ausgeworfen und ergeben die Potentialabnahme im Blute und bald darauf auch im Harne.

Als ein sehr zeitgemässes Problem stellen unsere Versuche die Forderung auf, die Potentialabnahme im Harne in Abhängigkeit von geleisteter Arbeit und von eintretender Ermüdung zu verfolgen. Dieses Problem ist von scharfer Aktualität für die Arbeitsphysiologen und gegenwärtig werden unsererseits auf diesem Gebiete Beobachtungen und Versuche ausgeführt.

Laboratorium für biologische Chemie
des Instituts für medizinische Wissenschaften. Leningrad.

Eingegangen
d. 4. XII. 1933.

Доклады Академии Наук СССР 1934
Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de l'URSS

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Д. А. САБИНИН

I. ОБМЕННАЯ АДСОРБЦИЯ НА КОРНЕВЫХ СИСТЕМАХ

(Представлено академиком А. А. Рихтером 3 XII 1933)

1. До последнего времени исследователями часто не дооценивается значение адсорбции в поступлении веществ в клетку. Между тем адсорбционным процессам принадлежит ведущая роль в поступлении веществ, если оно происходит из разбавленных растворов, на фоне меняющихся значений *pH*, в присутствии поверхностно-активных веществ.

2. Механизм влияния процессов адсорбции на поступление веществ сводится к образованию в результате адсорбционных процессов поверхностной пограничной пленки протоплазмы. Состав и характер этой пленки определяют и проникание веществ через связную фазу протоплазмы и проходимость пор (интермицеллярных промежутков в протоплазме).

3. Адсорбция является начальным этапом в поглощении ионов солей. Она сопровождается обменом адсорбируемых ионов на какие либо другие находившиеся в поверхностном пограничном слое протоплазмы. Обычно, H и HCO_3 ионы, непрерывно подтекающие в результате дыхательного процесса изнутри к поверхностной пограничной пленке протоплазмы, обмениваются на катионы и анионы окружающего раствора.

4. Обмен катионов при их адсорбции корнями позволяет по определению величины адсорбции при адсорбционном насыщении корневой системы каким либо катионом определить величину адсорбирующей поверхности корней.

5. Многочисленные определения, проводившиеся нами, показали, что удельная поверхность (адсорбирующая поверхность единицы живого объема корней) корневой системы является устойчивой величиной.

6. При наличии ряда общих черт в коллоидно-химических свойствах корневых систем и неживых коллоидов почвы в явлениях поглощения катионов этими двумя системами надо постоянно помнить и о глубоких принципиальных различиях между ними. Эти различия обусловлены динамикой живого организма, изменяющимся темпом основных жизненных процессов, определяющих и коллоидно-химические свойства протоплазмы.

7. Так, например, суточная кривая дыхания корневых систем с максимумом в ночные часы перед восходом солнца вполне аналочична суточной кривой поглощения NO_3 и PO_4 ионов, имеющей максимум в те же часы суток. Объяснение этого совпадения кривых дыхания и поглощения надо искать в отмеченном выше влиянии дыхания на поверхностный пограничный слой протоплазмы.

8. Положение максимума кривой дыхания, очевидно, объясняется подтоком ассимилятов в ночные часы к корневым системам и соответсвенным усилением дыхания. Отмеченная выше связь дыхания и обменной адсорбции делает продукцию ассимилятов — фотосинтез — двигателем процессов поступления веществ в растения.

II. О ВЛИЯНИИ ТЕХНИКИ И СРОКОВ ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ НА ПРИРОДУ РАСТЕНИЙ

1. Вопросы техники внесения удобрений до последнего времени не привлекали к себе внимания физиологов, хотя освоенные практикой американского и частью нашего сельского хозяйства приемы применения удобрений представляют исключительно большой интерес. Определенная техника внесения удобрений не только оказывает влияние на высоту урожая, но и на темпы развития растений, их холодостойкость и засухоустойчивость.

2. Подобное глубокое воздействие на растение вызывается размещением удобрений в почве по отношению к семенам. По данным американских работ гнездовое внесение туков на расстоянии нескольких сантиметров сбоку от семени и нескольких сантиметров глубже семени обеспечивает указанное влияние.

3. Пытаясь объяснить эти эффекты техники внесения удобрений, мы ставили опыты в вегетационных сосудах с кукурузой, внося удобрения или обычным путем смешивания их с почвой при набивке сосудов, или помещая какое либо одно из основных удобрений в гнездо на 5 см сбоку и на 7—13 см глубже заделки семян. При внесении суперфосфата в подобное гнездо и смешивании N и K удобрений со всей почвой, мы получили сравнительно с сосудом, где N, P, K в тех же формах были смешаны со всей почвой, снижение урожая вегетативных органов на 30% и повышение урожая зерна на 100%.

4. Анализы растений показали, что это влияние гнездового внесения удобрения не может быть объяснено более быстрым и значительным поглощением фосфора и азота, так как оно оказалось ниже, чем у растений, где N, P, K были смешаны со всей почвой.

5. Влияние техники размещения удобрений в почве на растение надо объяснять воздействием на прорастающее растение в критический период его развития соприкосновения корневой системы с концентрированными очагами туков. Резкое влияние различной глубины заделки удобрений позволяет особенно ясно установить, что вопросы техники внесения в основе сводятся к сроку действия удобрения на растение.

6. При изучении влияния срока внесения удобрений на кукурузу нам удалось в случае дачи азота в три срока — $^1/_3$ часть при посеве, $^1/_3$ при бутонизации, $^1/_3$ часть в цветение — получить растения с преобладанием женских соцветий (до 10 початков на 1 метелку). В случае поздней дачи калия наблюдалось преобладание мужских соцветий (до 4 метелок на 1 початок).

7. Растения с преобладанием женских половых признаков, появлявшихся в результате запоздалой дачи азота, имели избыток углеводов, не использованных на синтез белков. Углеводы, несомненно, были материалом, снизившим N в растениях, и таким образом это преобладание женских соцветий укладывается в рамки положений Жуайе-Лаверня. Азот, как таковой, при этом, очевидно, не играл специфической роли.

8. При изучении влияния срока внесения удобрений на анис было установлено, что поздняя дача азота является приемом, позволяющим значительно повысить сбор эфирного масла, так как оно приводит к повышению урожая семян и повышению выхода эфирного масла. Дача азотистых удобрений при посеве приводит к повышению общего урожая, но вызывает снижение выхода эфирного масла и благодаря этому не дает увеличения сбора эфирного масла.

9. Техника внесения удобрений и срок применения удобрений являются могучим средством воздействия на природу растений, средством, которое может быть особенно легко и хорошо использовано в условиях механизированного внесения туков и в орошаемом хозяйстве.

Институт удобрений и агропочвоведения.
Москва.

Поступило
3 .XII .1933.

PLANT PHYSIOLOGY

I. EXCHANGE ADSORPTION IN ROOT SYSTEMS

By D. SABININ

(*Communicated by A. Richter, Member of the Academy, 3. XII. 1933*)

1. The importance of adsorption in the entrance of substances into cells has been up to the present day often insufficiently appreciated by investigators. Adsorption processes, however, play an important part in the entrance of substances, if they are derived from diluted solutions with varying values of *pH* and in the presence of surface active substances.

2. The mechanism of the influence of the adsorption processes on the entrance of substances consists in the formation of a surficial covering membrane of protoplasm. The composition and character of this membrane decide both the passing of substances through the linking phase of protoplasm and the permeability ot the pores (the intermicellar spaces in the protoplasm).

3. Adsorption is the first stage in the absorption of the ions of salts. It is attended by the exchange of the adsorbed ions for any others which are found in the surficial covering membrane of the protoplasm. As a general rule the H and HCO_3 ions which are constantly floating up, as a result of the breathing process, from the inside towards the surficial covering membrane of the protoplasm are exchanged for cations and anions of the surrounding solution.

4. The exchange of cations while being adsorbed by the root system allows us to determine the area of the adsorbing surface of the roots, after having determined the amount of adsorption necessary for the adsorbing saturation of ths roots.

5. Numerous tests carried out by us have shown that the specific surface (the adsorbing surface of a unit of the living volume of the roots) of the root system is a stable value.

6. As there is a number of features common to the colloido-chemical properties of the root systems and the non-living colloids of the soil during the absorption of cations by these two systems, we must always bear in mind the great fundamental differences existing between them. These differences are due to the dynamics of a living organism, to the changeability of its features during growth, and also to the constantly changing rate of the fundamental processes of life, which also determine the colloido-chemical properties of protoplasm.

7. Thus, for instance, the daily curve of breathing of the root systems with a maximum during the small hours before sunrise is absolutely analogous to the daily curve of the absorption of NO_3 and PO_4 ions, which reaches its maximum at the same hours. The explanation of this coinci-

dence of the curves of breathing and absorption can be found in the above-mentioned influence of breathing upon the surficial covering membrane of protoplasm.

8. The position of the maximum of the breathing curve is evidently due to the incurrent of assimilants to the roots during night hours and to the corresponding increase of breathing. The above-mentioned connection between the breathing and the exchange adsorption makes the production of assimilants — the photosynthesis — the motive power of the entrance processes of substances into plants.

II. ON THE INFLUENCE OF THE TECHNIQUE AND TIME OF THE INTRODUCTION OF FERTILIZERS ON THE NATURE OF PLANTS

1. The questions of the technique of the introduction of fertilizers have not up to the present attracted the attention of physiologists, although the methods of applying fertilizers which are practised in American and partly in our own agriculture are exceptionally interesting. A definite technique of the introduction of fertilizers greatly influences not only the quality of the harvest but also the rate of the development of the plants and their resistance to the action of cold and drought.

2. Such a great influence on the plant is due to the disposition of fertilizers in the soil with regard to the seeds. According to the data of American literature the local placement of manure at a distance of a few centimeters to the side of and a few centimeters deeper than the seed guarantees the above-mentioned influence.

3. Wishing to find an explanation of the above effects of the technique of the introduction of fertilizers, we have made a series of experiments with maize in vegetation vessels. We have introduced the fertilizers either in the usual way of mixing them with the earth when filling the vessel or in placing any one ot the principal fertilizers locally, 5 centimeters to the side of the seed and from 7 to 12 centimeters deeper than it. The result of the introduction of superphosphate in this way and of mixing N and K fertilizers with all earth as compared with the cases where N, P, and K in the same forms were mixed with all the earth, was a lowering of the harvest of vegetative organs by 30% and a heightening of the harvest of grain by 100%.

4. The analysis of plants has shown that this influence of a local introduction of fertilizers cannot be explained by a great and more rapid absorption of phosphorus and nitrogen, as the absorption has been proved to be lower than with plants in the cases where N, P, and K were mixed with all the earth.

5. The influence of the disposition of fertilizers in the soil on the plant must be explained by the action of the contact of the root system with the places where the manure is concentrated on the growing plant during the critical period of its development. The strong influence of the various depths at which fertilizers are placed allows us to state quite definitely that the question of the technique of the introduction of fertilizers is chiefly the question of the time of the action of fertilizers on the plant.

6. When studying the influence of the time of the introduction of fertilizers on maize, we have been able to obtain in the case of applying nitrogen three times — $^1/_3$ at the time of sowing, $^1/_3$ at the time of budding, and $^1/_3$ at the time of flowering, — plants with a predominance of female inflorescences (as many as 10 cobs to 1 panicle). In the cases when

potassium was introduced later — a prevalence of male inflorescences was observed (as many as 4 panicles to 1 cob).

7. Plants with a predominance of female sexual characteristics appearing as a result of a late introduction of nitrogen had an excess of carbohydrates which had not been used up for the synthesis of albumen. Carbohydrates undoubtedly were the material which lowered the amount of pH in the plants, and the prevalence of female inflorescences thus agrees with Joiller-Lavergne's theory. Obviously, in this case, no specific part was played by nitrogen as such.

8. The investigation of the influence of the time of the introduction of fertilizers on anise has proved that a late introduction of nitrogen considerably raises the grain harvest and the yield of essential oil. The introduction of nitrogenous fertilizers at the time of sowing results in an increase of the general harvest, but produces a lowering of the yield of essential oil.

9. The technique of the introduction of fertilizers and the time of their application are powerful factors for influencing the nature of plants, factors which can be most easily and with best results utilized under the conditions of mechanized manure introduction and in farming in irrigated regions.

Institute of Fertilizers
and Agronomical Soil-Science. Moscow.

Received
3. XII. 1933.

Доклады Академии Наук СССР 1934
Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de l'URSS

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

М. ШКОЛЬНИК

К ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ РОЛИ БОРА

(*Представлено академиком А. А. Рихтером 17 XII 1933*)

В последние годы (1925—1933) появилось немало интересных работ по влиянию бора на развитие растений. Работы Брэнчли, Уорингтона, Джонстона, Хааса и других отчетливо показали, что в отсутствии бора многие растения не могут нормально развиваться. С особенной силой выступает необходимость бора для льна в нашей работе 1933 года. В условиях водных, дефицитных по бору культур, растения, вскоре после прорастания, развив только пару семядольных листочков, отмирают, в то время как получившие бор прекрасно развиваются и достигают полного развития.

Сущность физиологической роли бора, однако, оставалась неизвестной. В нашей предыдущей работе, проведенной на растениях обыкновенного льна, особенно чувствительного к воздействию бора, нами было обращено особое внимание на крайнюю задержку развития боковых корешков в отсутствии бора. Получив также определенную закономерную зависимость между скоростью отмирания точек роста стебля и развитием боковых корешков (чем хуже развитие боковых корешков, тем раньше наступает отмирание точек роста стебля), мы считали, что изучение физиологической роли бора нужно начинать с его действия на корневую систему.

Известна близость действия кальция и бора: как в отсутствии кальция, так и в отсутствии бора, наблюдается отмирание точек роста и плохое развитие корневой системы. По данным Зоммера и Сорокина особенно роковым является недостаток бора при одновременном недостатке кальция. Учитывая значение кальция в изменении проницаемости плазмы, мы пришли к предположению, что одной из сторон физиологической роли бора является его действие на физико-химические свойства коллоидов плазмы, в результате которого молодые проростки оказываются предохраненными от усиленного поступления зольных элементов и связанного с этим отравления.

Воздействие бора на развитие корневой системы было проверено на *Vicia Faba* (конский боб) со вполне аналогичными полученным ранее на льне результатами. Получившие бор растения дают очень хорошее развитие боковых корней, обнаруживая длинные тонкие белого цвета здоровые корешки, в то время как у не получивших бора растений боковые корни останавливаются в росте, утолщаются, имеют бурую окраску и закручены. Лучшей иллюстрацией соотношений может служить тот факт, что средняя суммарная длина корешков одного не получившего бор растения через 14 дней после пересадки на питательную смесь равнялась 43 см, а получившего бор 557 см. Значительно также увеличение сухого веса корней: среднее без бора — 0.485 г (10 растений), с бором 0.820 г.

Для выяснения влияния бора на поглощение ионов NO_3, PO_4, Ca и K растения в количестве 10 штук выращивались в сосудах, содержащих

850 см³ питательной смеси Кнопа, составленной из перекристаллизованных 2—3 раза солей; сосуды парафинировались. Пробы на поглощение брались для *Vicia Faba* через 8 дней, после перенесения проростков из чашек Петри, где они проращивались, на питательную смесь, для льна через 14 дней. Данные анализов показали, что получившие бор растения, как льна, так и *Vicia Faba*, поглощают NO_3, PO_4 и Ca меньше, чем не получившие бора растения. Наоборот, калия в присутствии бора поглощается не меньше, а больше, чем у не получивших бора растений.

Приводим данные первых опытов:

Поглощение зольных элементов в миллиграммах

	Vicia Faba				лен			
	PO_4	NO_3	K	Ca	PO_4	NO_3	K	Ca
Питат. смесь без бора . . .	17.75	72	36.27	33.5	8.58	93	5.06	17.0
„ „ „ „ . . .	17.75	106	37.65	16.5	7.69	106	6.46	25.5
„ „ с бором . . .	4.71	38	41.27	0	5.30	38	8.92	8.5
„ „ „ „ . . .	9.04	38	41.27	0	6.28	38	10.13	8.5

Если учесть, что к моменту взятия проб получившие бор растения были значительно более развиты, особенно их корневая система, то станет ясным, насколько велика разница в сторону уменьшения поглощения у получивших бор растений, особенно на единицу поглощающей поверхности корня.

Чтобы проверить поглощение зольных элементов в еще более короткие сроки поглощения, мы значительно уменьшили количество питательной смеси на одно растение; 11 растений льна выращивались на 170 см³. Получилось опять уменьшение поглощения PO_4, NO_3 и Ca в присутствии бора. Позже, в июне, опыты продолжались. Растения расли интенсивнее, чем в первых опытах. В этих опытах мы еще больше сократили количество питательной смеси на одно растение. Двухдневные проростки льна помещались в количестве 105 шт. на 575³ см³ питательной смеси. Через 3 дня определялось поглощение (первый период), после этого растения в количестве 65 шт. пересаживались на новую питательную смесь в 850 см³, поглощение определялось через 5 дней (второй период), после чего 11 растений пересаживались на новую питательную смесь в 850 см³, и поглощение определялось через 8 дней (третий период). В первые два периода получалось такое же уменьшение поглощения PO_4, NO_3 и Ca у получивших бор растений, как и в предыдущих опытах. В третьем периоде, когда не получившие бора растения прекращали рост корня и стебля и начиналось отмирание этих растений при одновременном прекрасном развитии (особенно корневой системы) получивших бор растений, — у получивших бор растений увеличивалось поглощение PO_4, NO_3 и Ca. Поглощение калия в присутствии бора в первый период не возрастало, а во втором и в третьем периоде было значительно бо́льшим.

Все эти данные с достаточной определенностью говорят об уменьшении поглощения PO_4, NO_3 и Ca в присутствии бора и, следовательно, о влиянии бора на проницаемость плазмы. Известно, что разрыхление перепонки, уменьшение вязкости и разбухание протеиновой фазы должны

вести к увеличению проницаемости ионов через полупроницаемую мембрану и, наоборот, уплотнение перепонки, увеличение вязкости и уменьшение разбухания ведут к уменьшению проницаемости. Появившиеся в печати после экспериментального окончания нашей работы данные Иноземцева показали, что бор ускоряет застудневание желатины, увеличивает вязкость и уменьшает разбухание желатинноборатного золя. Эти данные дают нам основание считать, что если распространять на биоколлоиды выявленное Иноземцевым действие бора на лиофильные коллоиды, то это может до известной степени объяснить уменьшение проницаемости плазмы под влиянием бора.

Любопытно, что поступление калия не уменьшалось под влиянием бора. Известно, что из веществ, находящихся в клетке в гораздо большей концентрации, чем в окружающей среде, особенно выделяется калий, поступление которого резко отличается от поступления других элементов. Может быть в данном случае увеличение поступления калия необходимо связать с уменьшением поступления кальция.

Не исчерпывая физиологическую роль бора его воздействием на проницаемость плазмы, мы все же, на основании полученных нами данных, можем в значительной степени подойти к объяснению действия бора на растения. В молодых проростках, имеющих значительные семенные запасы зольных элементов, благодаря увеличенной в отсутствии бора проницаемости, выявляется ядовитое действие одного или нескольких зольных элементов на плазму, в первую очередь плазму клеток корня, или устанавливается неблагоприятное соотношение зольных элементов, отражающееся плохим развитием корней, отмиранием точек роста и гибелью всего растения. Бору надо приписать большую, до сих пор мало выясненную, роль в установлении физиологической уравновешенности питательного раствора.

Лаборатория биохимии и физиологии
растений Академии Наук
Ленинград.

Поступило
17 XII 1933.

PLANT PHYSIOLOGY

ON THE PHYSIOLOGICAL ROLE OF BORON

By M. ŠKOLNIK

(Communicated by A. Richter, Member of the Academy, 17. XII. 1933)

Many interesting papers dealing with the effect of boron upon the development of plants have appeared during the last few years (1925—1933). The investigations of Brenchley, Warington, Johnston, Haas, and others have clearly shown that plants cannot normally develop in the absence of boron. The indispensability of boron for flax is brought into special prominence by our investigation of 1933. In the case of water cultures, dificient in boron, plants perish soon after germination, having put forth only a pair of seed leaves, whereas those supplied with boron develop very well and attain their full development.

The real nature of the physiological role of boron, however, has remained unknown. In our preceding work we experimented npon specimens of common flax, which is particularly sensitive to the acition of boron, and paid particular attention to the extreme retardation of the development of lateral radicels in the absence of boron. Having established

a difinite and regular inderdependence between the rate of the decay of the growth points of the stem and the development of lateral radicels (the worse the development of lateral radicels is, the sooner the decay of the growth points occurs) we took it that the study of the physiological role of boron must be begun with the action of boron upon the root system.

It is well known that the action of boron is similar to that of calcium; in the absence of boron, as well as in the absence of calcium, the decay of the growth points and a poor development of the root system are to be observed. According to the data of Sommer and Sorokin, a deficiency of boron is particularly fatal when there is a simultaneous deficiency of calcium. Having taken into account the role of calcium in changing the permeability of plasma, we came to the supposition that one of the sides of the physiological role of boron is its action upon the physico-chemical properties of the plasmatic colloids, in consequence of which the seedlings are protected against an increased supply of mineral elements and the resulting poisoning.

The action of boron upon the development of the root system was checked on *Vicia Faba*, the results proving quite analogous to those obtained previously with flax. The lateral roots of plants supplied with boron develop very well, displaying long thin sound rootlets of a white colour, whereas those not suplied with boron cease to grow, thicken, get brownish, and twist. The correlation is best illustrated by the fact that the average general length of rootlets of a plant not supplied with boron was, in 14 days after transplanting on to the nutritive mixture, 43 cm, and that of a plant supplied with boron — 557 cm. The increase of the dry weight of the roots was also considerable: without boron it was 0.485 g on an average (10 plants), with boron — 0.820 g.

In order to elucidate the effect of boron upon the absorption of the ions of NO_3, PO_4, Ca, and K, 10 plants were grown in vessels containing 850 cm^3 of Knop's nutritive mixture, which consisted of 2—3 times recrystallized salts. The vessels were paraffined. In the case of *Vicia Faba*, samples for determining the absorption were taken in 8 days after transferring the seedlings from Petri's cups, where they were allowed to germinate, on to the nutritive mixture; in the case of flax — in 14 days. The data of the analyses showed that plants supplied with boron, both flax and *Vicia Faba*, absorb NO_3, PO_4, and Ca less than those not supplied with boron. On the contrary, potassium is in the presence of boron absorbed not less but more than in plants not supplied with boron.

The data of the first experiments are given below.

If we consider that at the time of selecting samples plants supplied with boron were much more developed, particularly their root system, it becomes clear how great is the decrease of the absorption in plants supplied with boron, particularly if calculated for a unit of the absorbing surface of the root.

In order to ascertain the absorption of mineral elements during still shorter periods of absorption, we considerably reduced the amount of nutritive mixture for one plant: 11 plants of flax were grown on 170 cm^3 of nutritive mixture. A decrease of the absorption of PO_4, NO_3, and Ca was again to be observed. Later on, in June, the experiments were continued. The plants grew more vigorously than in the first experiments. In these experiments we reduced the amount of nutritive mixture for one plant still more. Two-days old seedlings of flax (to the number of 105 spec-

The absorption of mineral elements in milligrams

	Vicia Faba.				Flax			
	PO_4	NO_3	K	Ca	PO_4	NO_3	K	Ca
Nutritive mixture without boron	17.75	72	36.27	33.5	8.58	93	5.06	17.0
Nutritive mixture „ „	17.75	106	37.65	16.5	7.69	106	6.46	25.5
Nutritive mixture with boron	4.71	38	41.27	0	5.30	38	8.92	8.5
Nutritive mixture „ „	9.04	38	41.27	0	6.28	38	10.13	8.5

imens) were placed on 575 cm^3 of nutritive mixture. The absorption was determined in 3 days (first period). Then the plants, to the number of 65 specimens, were transplanted on a new nutritive mixture of 850 cm^3, and the absorption was determined in 5 days (second period). After that, 11 plants were transplanted on a new nutritive mixture of 850 cm^3, and the absorption was determined in 8 days (third period). During the first two periods the decrease of the absorption of PO_4, NO_3, and Ca in plants supplied with boron was the same as in the preceding experiments. During the third period, when the root and the stem of plants not supplied with boron ceased to grow, and these plants were beginning to decay, while at the same time plants supplied with boron were fully developed, the absorption of PO_4, NO_3, and Ca in plants supplied with boron increased. The absorption of potassium did not increase in the presence of boron during the first period, while during the second und third periods it increased considerably.

All these data evidence with sufficient explicitness the decrease of the absorption of PO_4, NO_3, and Ca, in the presence of boron and, hence, the influence of boron upon the permeability of plasma. It is well known that the loosening of the membrane, the decrease of the viscosity, the distention of the protein phase, must lead to the increase of the permeation of ions through the semi-permeable membrane, and, vice versa, the stiffening of the membrane, the increase of the viscosity, the decrease of distention lead to the decrease of the permeabillity of plasma. Inozemcev's data, published when our experiments had been completed, showed that boron accelerates the gelatinization of gelatin, increases the viscocity, and decreases the distention of the gelatinous borate sol. These data give us good grounds to believe that if we extend Inozemcev's discovery concerning the influence of boron upon colloids to biocolloids, the decrease of the permeability of plasma under the influence of boron will be explained to a certain extent.

It is worthy of note that the absorption of potassium did not decrease under the influence of boron. We know that, among substances whose concentration in the cell is much greater than their concentration in the surrounding medium, potassium is particularly prominent, and that its absorption differs markedly from that of other elements. Perhaps the

increase of the absorption of potassium must be connected in the present case with the decrease of the absorption of calcium.

We do not restrict the physiological role of boron to its effect upon the permeability of plasma. But, on the basis of the data obtained, we are in a position to approach the explanation of the effect of boron upon plants.

In young plants, which have considerable seminal supplies of mineral elements, owing to the increased permeability of plasma in the absence of boron, one or several mineral elements act poisonously upon plasma, first of all upon the plasma of the root cells, or an unfavourable correlation of mineral elements sets in, which results in a poor development of the roots, the decay of the growth points, and the death of the whole plant. Boron must be credited with a great, hitherto obscure role in bringing about the physiological equilibrium of the nutritive solution.

Laboratory of Biochemistry and Plant Physiology of the Academy of Sciences.
Leningrad.

Received
17. XII. 1933

Доклады Академии Наук СССР 1934
Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de l'URSS

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

В. И. ЦИВИНСКИЙ

О ХОЛОДОСТОЙКОСТИ ХЛОПЧАТНИКА

(*Представлено академиком А. А. Рихтером 22 XI 1933*)

Нашими наблюдениями установлено, что при одном и том же заморозке погибают одни сорта хлопчатника, а другие остаются неповрежденными. Различное отношение к заморозку ярко выступает при сравнении упландов с египетскими сортами. Оказывается, что наиболее стойкими к холоду являются египетские сорта, и в особенности сорта гибридного происхождения.

Египтяне стойки не только к осенним заморозкам, но также и к весенним, т. е. в молодом возрасте. В холодную дождливую весну египтяне лучше упландов развиваются и почти не поражаются хлопковой тлею, в то время как среди упландов при этих же метеорологических условиях редко можно встретить здоровые растеньица.

Таким образом, нет сомнения в том, что разные виды и разновидности хлопчатника переносят пониженные температуры весьма различно.

Имея под руками такого порядка наблюдения, мы считали чрезвычайно интересным в целях диагностики выяснить причину, обусловливающую стойкость сорта, наметив таким образом показатели стойкости. Одним из таких моментов в нашей работе было изучение концентрации клеточного сока.

Опыт, проведенный нами в течение двух лет на большом ассортименте хлопка, показал, что концентрация сока по рефрактометру Аббе у разных сортов различна (см. табл.).

Приводимые данные являются типичными из многочисленных данных.

Концентрация клеточного сока хлопчатника*

	Наименование сорта	4 VI	23 VIII	13 IX	21 IX
	Египетские				
1	Пима	16.4	17.5	18.5	18.9
2	Ашмуни — 0670	15.4	18.4	18.3	19.8
3	Загора — 0669	16.0	17.4	—	19.0
4	Меля-бесса — 010015 . . .	16.0	19.2	19.3	19.8
	Упланды				
1	Навроцкий	16.7	17.8	19.1	20.6
2	Триумф-Навроцкий . . .	16.0	18.7	—	19.7
3	8518	16.8	17.4	17.1	17.8
4	1306	15.1	15.9	17.5	17.8

* Цифры выражают проценты сухого вещества в расчете на сахар в соке выжатом из листьев.

Как видим, наименьшую концентрацию клеточного сока имеют из упландов сорта 8518 и 1306, а высшую сорт Навроцкий. Египетские сорта имеют высокую и более или менее одинаковую концентрацию, по значности близкую к Навроцкому. В 1933 г. первый заморозок отмечен 23 IX, с температурой —0.4° Хлопчатник на нашем поле не был побит. Второй заморозок 29 IX, с температурой —0.4°. Погибли сорта 8518 и 1306 и все опытные сорта селекционных посевов вокруг нашего участка, за исключением сорта Навроцкий. На нашем же участке остались с зеленой листвою Навроцкий, Триумф-Навроцкий и все египетские сорта. В третий заморозок 12 X, с температурой — 2.6°, сорта, сохранившиеся от второго заморозка, опять остались живыми, и только 13 X заморозок с температурой —7° побил все сорта.

В 3 км от нашей станции 7 XI 1933 г. на колхозном поле среди погибших растений хлопчатника сорта Навроцкий после целого ряда морозов, доходивших до —7°, было обнаружено на площади около $^1/_4$ га до полусотни кустов хлопчатника, сохранившихся с зеленой листвой и вновь распустившимися цветами.

Так как стойкие к заморозкам растения хлопчатника обладали высокой концентрацией клеточного сока, то можно было предполагать, в соответствии с вышеизложенным, что стойкость этих растений обусловлена также высокой концентрацией клеточного сока. Поэтому, мы совместно с проф. В. К. Новиковым исследовали концентрацию сока этих растений рефрактометром.

Оказалось, что эти растения обладают действительно высокой концентрацией сока: молодые растения, отставшие в своем развитии и к моменту наблюдения достигшие только стадии развития бутонизации-цветения, взятые с этого поля, имели в соке, выжатом из листьев, 21.5% сухого вещества, а растения, бывшие в стадии созревания, 22.8%.

Таким образом, этот интересный факт также показал соответствие у хлопчатника концентрации клеточного сока с холодостойкостью. Следовательно, наиболее устойчивые к морозу оказались именно те сорта, у которых концентрация клеточного сока была высокая. Повидимому, высокая концентрация клеточного сока у хлопчатника является защитным свойством против низких температур, как и у других растений.

Однако надо сказать, что стойкость к морозам у хлопчатника обусловливается, повидимому, не только одной высокой концентрацией сока, но и другими факторами. Это следует из того положения, что сорт Навроцкий имеет более высокую концентрацию и поэтому, казалось бы, должен бы быть устойчивее египетских, чего на самом деле нет.

Египетские сорта всегда устойчивее Навроцкого и других упландов.

Все же показатель концентрации клеточного сока может служить для целей диагностики в работах селекции на холодостойкость хлопчатника, и особенно эти показания надежны в пределах групп.

Работа продолжается.

Центральная селекционная станция
Ср.-аз. НИХИ. Ташкент.

Поступило
22 XI 1933.

PLANT PHYSIOLOGY

CAPACITY OF COTTON TO WITHSTAND COLD

By V. CIVINSKIJ

(*Communicated by A. Richter, Member of the Academy, 22. XI. 1933*)

As a result of our observations it has been established that during the same frost some varieties of cotton perish, while others remain uninjured. The fact that different varieties of cotton are differently affected by frost becomes apparent when one compares the upland cottons with the Egyptian varieties. It turns out that the Egyptian varieties withstand cold best, and particularly varieties of hybrid origin.

The Egyptian cottons withstand not only the frosts of autumn, but also those of spring, i. e. when they are young. During cold rainy springs the Egyptians develop better than the upland cottons and are scarcely at all attacked by the cotton aphis, whereas under the same meteorological conditions one seldom finds sound plants among the uplands.

Thus, there is no doubt that different species and varieties of cotton withstand low temperatures in widely different ways.

Being in possession of such observations, we believed thas it would be of utmost interest from the standpoint of diagnostics to elucidate the cause of the capacity of a variety to withstand cold, thus ascertaining the indices of that capacity.

One of such elements in our work was the study of the concentration of the cellular sap.

The experiment we conducted for two years on a large selection of cottons showed that the sap concentration as measured by Abbe's refractometer is not the same in different varieties (see the table).

The data tabulated below have been selected from numerous data as typical.

Concentration of sap in cotton*

	Name of variety	4 IV	28 VIII	13 IX	21 IX
	Egyptian varieties				
1	Pima	16.4	17.5	18.5	18.9
2	Ashmuni — 0670	15.4	18.4	18.3	19.8
3	Zagora — 0669	16.0	17.4	—	19.0
4	Mela-bessa — 010015	16.0	19.2	19.8	19.8
	Upland varieties				
1	Navrockij	16.7	17.8	19.1	20.6
2	Triumph-Navrockij	16.0	18.7	—	19.7
3	8518	16.8	17.4	17.1	17.8
4	1306	15.1	15.9	17.5	17.8

* The figures express the percentage of the dry substance calculated in relation to the amount of sugar in the sap extracted from the leaves.

It will be seen that the least concentration of sap, so far as the upland cotton is concerned, is to be found in the varieties 8518 and 1306, and the greatest — in the Navrockij variety.

The Egyptian varieties have a high and more or less uniform concentration numerically approximating that of Navrockij.

In 1932 the first autumn frost was recorded on 23 IX, the temperature being —0.4° C. The cotton in our field was not injured. The second frost was recorded on 29 IX, the temperature being — 0.4° C. The varieties 8518 and 1306 and all the experimental varietes of selection sowings around our plot except the Navrockij variety perished, whereas on our plot Navrockij, Triumph - Navrockij, and all the Egyptian varieties retained green leaves. During the third frost, recorded on 12 X with a temperature of — 2.6°, the varieties that had remained verdant after the second frost survived again, and only on 13 X a frost of — 7° blighted all the varieties.

On 7 XI, after a series of frosts reaching to — 7° C, at a distance of 8 kilometers from our station, in a field belonging to a collective farm, among withered cotton-plants of the Navrockij variety, on an area of about $^1/_4$ ha, we found up to half a hundred of cotton - plants that retained green leaves and newly opened flowers.

Since cotton - plants capable to withstand autumn frosts possessed a high concentration of the cellular sap, it was natural to suppose that, in accordance with the foregoing facts, a high concentration of the cellular sap conditions the capacity of these plants to withstand frosts, and therefore we investigated the concentration of the sap of these plants by a refractometer, jointly with prof. V. Novikov.

It turned out that these plants really possessed a high concentration of sap: young plants from this field that had been backward in their development and by the time of our observations had reached only the stage of budding - flowering had 21.5% of dry substance in the sap expressed from their leaves, and plants that had reached the stage of maturing — 22.8%.

Thus, this interesting fact also pointed to a correspondence of the concentration of the cellular sap in cotton with its capacity to withstand. cold. Hence, those varieties in which the concentration of the cellular sap was high proved to withstand frosts the best. A high concentration of the cellular sap in cotton is apparently a protective property against low temperatures, as in other plants.

It is necessary to point out, however, that the capacity of cotton to withstand frosts seems to be conditioned not only by a high concentration of sap, but also by other factors. This follows from the fact that the Navrockij variety, contrary to what might be expected, does not withstand frosts better than the Egyptian varieties, although it has a higher concentration of sap. The Egyptian varieties are always hardier than Navrockij and other upland varieties.

Still the sap concentration values may serve the purposes of diagnostics in selecting cottons with a greater capacity to withstand cold. These values are particularly reliable indices within groups.

The investigations are being carried on.

Central Selection Station
of the Cotton Industry Institute of
Middle Asia.
Tashkent.

Received
22. XI. 1933.

Доклады Академии Наук СССР 1934
Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de l'URSS

ЗООЛОГИЯ

Б. Б. РОДЕНДОРФ

О НОВЫХ ВИДАХ ТАХИН ИЗ ПРЕДЕЛОВ СССР

(*DIPTERA, LARVAEVORIDAE*)

(*Представлено академиком С. А. Зерновым 22 XI 1933*)

Род **Craspedothrix** B. B.

Известные до последнего времини 4 вида этого рода являлись редкими и известными лишь из немногих пунктов Западной Европы формами. Только один вид сравнительно нередок и, будучи широко распространен, известен лучше других. Исследование материала по этому роду из пределов Союза показало неожиданное богатство в качественном отношении нашей фауны. Несмотря на незначительность коллекции этих редких мух, пришлось констатировать присутствие двух новых видов при наличии почти всех ранее известных.

Из общего числа 6 видов рода лишь один, именно *Craspedothrix vivipara* B. B., оказался отсутствующим в фауне СССР. Очень вероятно, что это отсутствие указанного вида есть лишь следствие недостаточности материала. Наличие материала почти по всем видам рода *Craspedothrix* позволило пересмотреть взаимоотношения отдельных видов, в результате чего явилась возможность составить определительную таблицу всех известных видов рода.

ОПИСАНИЕ НОВЫХ ВИДОВ

Craspedothrix pleskei sp. n.

Очень характерный вид, отличающийся от всех остальных очень большим 3-м члеником усиков и укороченным 2-м члеником аристы. Описывается по 1 ♂ из Ленинградской области.

♂. Лоб очень широкий, на темени в $1^1/_2$ раза шире диаметра глаза. Лобная полоска в середине узкая; ее ширина в $1^1/_2$ раза уже стороны лба. Скулы очень узкие, такой же ширины, как ширина аристы. Щеки равны $^1/_8$ высоты глаза. Усики очень велики, 3-й членик в 5—6 раз длиннее 2-го, почти трехугольной формы, расширенный на конце. Ширина 3-го членика усиков равна длине глаза. Ариста длинная, утолщенная в трех своих основных четвертях; 1-й членик ее неясный, 2-й короткий, лишь в 2 раза длиннее своей толщины. Внутренние вертикальные щетинки очень длинны, в 2 раза длиннее чем внешние. 2 пары согнутых вперед орбитальных щетинок. 6—7 пар лобных щетинок; задние пары загнуты назад. Выше угловых щетинок на вибриссальных имеются лишь 3 волоска. Щеки коротко щетинистые. Глаза с короткими и неясными волосками. Лобная полоска коричнево-черная матовая. Стороны лба и верхние части скул покрыты рассеянным коричневым налетом. Скулы, клипеус и щеки покрыта более густым налетом. Усики черные. Щупальца черные, довольно короткие, на конце слабо вздутые. Грудь черная. Спинка покрыта налетом, со слабым блеском. Рисунок неясен. Плечевые бугорки и бока груди покрыты более густым налетом. Щиток блестящий. Ноги черные. Крылья прозрачные. Чешуйки почти чисто белые, лишь по краю слабо желтоватые. *dc* крепкие и длинные — 2 + 3; *ac* короткие и слабые — 1 + 1. Жилка *r* 4 + 5 на основании с 2 щетинками. Изгиб медиальной жилки дугообразный, без угла. Задняя поперечная на середине или едва ближе к изгибу *m*, чем к малой поперечной. — Брюшко яйцевидное, не сплющенное. 2-й, 3-й и

4-й тергиты на переднем крае с поперечными полосками светлого налета (ширина его от $^1/_4$ до $^1/_3$ длины тергита). Все тергиты в середине с краевыми щетинками. Гениталии ♂ большие, сильно выступающие. Длина тела 3 мм. ♀ неизвестна. 1 ♂ из Ленинградской области (Харламова гора, Гдовский уезд, 19 VII 1891, Плеске!).

Craspedothrix aristata sp. n.

Вид близкий к *C. bohemica* и *C. zonella*, но хорошо от них отличный по угловатому изгибу *m*, блестящей спинке груди, черным щупальцам и удлиненному 1-му члеику аристы. Описывался по единственной ♀ из окрестностей Ленинграда.

♀. Лоб очень широкий, на темени в $1^1/_2$ раза шире глаза. Срединная лобная полоска слегка суженная в середине, в середине лба шире стороны лба. Скулы на самом узком месте очень узкие, равные по ширине толщине аристы. Щеки не особенно высокие, равные $^1/_3$ высоты глаза. Усики длинные, 3-й членик в 3 раза длиннее 2-го, к концу очень слабо расширенный, почти параллельнокрайний. Ариста длинная, 1-й членик ясно удлиненный, в 2 раза длиннее своей толщины; 2-й членик очень длинный, в $2^1/_2$ раза длиннее 1-го; 3-й членик утолщенный кроме своей конечной трети и почти в 2 раза длиннее ($^{13}/_4$) 2-го. Внутренние вертикальные щетинки очень длинные, в 2 раза длиннее внешних. Опеллярные щетинки крепкие, согнутые вперед — 6 пар лобных щетинок, 2 задние пары согнуты назад. 2 пары орбитальных щетинок. Вибриссальные кили покрыты короткими щетинками в $^2/_5$ своей длины. Щеки коротко щетинистые. Глаза с короткими и редкими, но хорошо заметными волосками. Лобная полоска черная. Стороны лба покрыты редким серым налетом. Скулы, клипеус и щеки покрыты более густым налетом. Щупальцы черные, на конце сильно расширенные. Грудь черная. Спинка более или менее блестящая, со слабым налетом. Рисунок неясен и лишь перед швом заметны три узкие полоски равной ширины. Плечевые бугорки покрыты густым налетом. Щиток блестящий, почти без налета. Бока груди покрыты более густым налетом, матовые; ноги черные. Крылья довольно темные, желтоватые. Чешуйки желто-коричневые. *dc* длинные и крепкие — 2 + 3; *ac* слабые и короткие, много короче и тоньше *dc*; 0 + 1. Жилка *r* 4 + 5 на основании лишь с 1 щетинкой. Изгиб медиальной жилки угловатый, в виде тупого угла. Задняя поперечная жилка на середине между изгибом медиальной и малой поперечной. Жилки крыла крепкие, коричнево-черные. — Брюшко черное, яйцевидное, 2-й, 3-й и 4-й тергиты на переднем своем крае с узкой ($^1/_4$ длины тергита) полоской светлого налета. Эти полосы в середине узко прерванные. 2-й тергит на середине заднего края с одной парой нежных и довольно коротких щетинок. 3-й тергит по заднему краю со сплошным рядом щетинок и в середине с одной парой коротких и нежных срединных щетинок. Последний, 4-й тергит с двумя рядами щетинок по заднему краю. Длина тела 4.5 мм. ♂ неизвестен. 1 ♀ из окр. Ленинграда (дер. Юкки, в 25 км севернее Ленинграда, 18 VII 1933, Штакельберг!).

Зоологический институт
Академии Наук. Ленинград

Поступило
22 XI 1933.

ZOOLOGIE

ÜBER EINIGE NEUE TACHINIDENARTEN AUS USSR

(*DIPTERA, LARVAEVORIDAE*)

Von B. ROHDENDORF

(*Vorgelegt von S. Zernov, Mitglied d. Akademie, d. 22. XI. 1933*)

I. BESCHREIBUNGEN NEUER ARTEN

Craspedothrix pleskei sp. n.

♂ Körper schwarz, etwas grau bestäubt. Stirn sehr breit, am Scheitel $1^1/_2$ mal so breit als das Auge. Stirnstrieme in der Mitte verjüngt; Breite der Stirnstrieme fast $1^1/_3$ mal schmäler als die Stirnseite. Wangen sehr schmal, so breit als die Dicke der Arista. Backen nicht schmal, gut $^1/_3$ der Augenhöhe einnehmend. Antennen sehr gross; 3. Glied ca 5 — 6 mal so lang als das zweite, sehr breit, fast dreieckig, stark zum Ende erweitert, so breit als die Augenlänge. Arista lang, in ihrem distalen Viertel verdünnt; 1. Glied undeutlich, 2. Glied kurz, nur 2 mal so lang als dick. Innere Vertikalborsten sehr lang,

zweimal länger als die äusseren. 2 Paar nach vorn gerichteter Orbitalborsten. 6 — 7 Paar Frontalborsten; 2 hinteren nach hinten gebogen. Über den Vibrissenleistenborsten nur 3 kurze Borstchen vorhanden. Backen kurz beborstet. Augen undeutlich pubescent. — Stirnstrieme matt braunschwarz. Stirnseiten und obere Teile der Wangen zerstreut braun bestäubt. Wangen, Clypeus und Backen dichter und heller bestäubt. Antennen matt schwarz. Taster schwarz, ziemlich kurz, am Ende schwach verdickt. — Thorax schwarz. Mesonotum ± bestäubt, mit schwachem Glanz. Längsstreifung undeutlich. Pleuren und Schultern mehr dicht bestäubt, Schildchen schwach bestäubt, deutlich glänzend. Beine schwarz. Flügel glashell. Squamae fast rein weiss, nur am Rande etwas gelblich. *dc*-Borsten stark und lang, 2 + 3; *ac* schwach und kurz, 1 + 1. Ader *r* 4 + 5 an der Basis mit 2 Borsten. Beugung der *m*-Ader bogenförmig, nicht winkelig. Hintere Querader in der Mitte zwischen der Beugung und kleineren Querader. — Abdomen schwarz, eiförmig. 2., 3. und 4. Tergit am Vorderrande mit nicht besonders schmaler ($^1/_4$—$^1/_3$ der Tergitenlänge) heller Bestäubungsbinde. Alle Tergite in der Mitte mit Marginalborsten. Abdomen ± gewölbt, nicht plattgedrückt. Genitalien gross, stark vorragend. Körperlänge 3 mm. — ♀ unbekannt. — Diese Art von allen anderen durch grosses ♂. Antennenglied und kurzes 2. Glied der Arista leicht kenntlich. — 1 ♂ aus Prov. Leningrad. (Bezirk Gdov, Charlamova Gora, 19. VII. 1991; Th. Pleske!).

Craspedothrix aristata sp. n.

Kopf schwarz, ± grau bestäubt. Stirn sehr breit, am Scheitel $1^1/_2$ mal so breit als das Auge. Stirnmittelstrieme breit, am hinten und am vorne erweitert, in der Mitte deutlich breiter als die Stirnseite. Wangen am engsten Stelle sehr schmal, so breit als die Dicke der Arista. Backen nicht besonders hoch, nur $^1/_3$ der Augenhöhe einnehmend. Antennen lang; 3. Glied lang, 3 mal so lang als das 2., zum Ende sehr schwach erweitert, fast parallelseitig. Arista lang; 1. Glied zweimal so lang als dick; 2. Glied sehr lang, $2^1/_2$ mal so lang als das lange 1.; 3. Glied in zwei basalen Dritteln verdickt und $^13/_4$ mal länger als das 2. Glied. Innere Vertikalborsten sehr lang, zweimal länger als die äussern. Ozellarborsten stark, nach vorne gerichtet. 6 Paare Frontalborsten; 2 hinteren nach hinten gebogen. 2 Paare Mittelgrossen Orbitalborsten. Vibrissenleisten in ihren unteren $^2/_5$ kurz beborstet. Backen kurz, aber stark beborstet. Augen deutlich pubeszent. — Stirnstrieme matt schwarz. Stirnseiten zerstreut grau bestäubt. Wangen, Clypeus und Backen etwas dichter bestäubt, aber ebenso gefarbt. Taster schwarz, am Ende stark verdickt. — Thorax schwarz. Mesonotum mit schwacher Bestäubung, glänzend. Längsstreifung undeutlich, und nur vor der Naht drei, fast gleichbreite helle Längstreite vorhanden. Schultern dicht hellgrau bestäubt. Vor dem Schildchen Bestäubung etwas dichter. Schildchen fast unbestäubt, glänzend. Pleuren mehr dicht bestäubt, nicht glänzend. Beine schwarz. Flügel ziemlich stark gelbbraun getrübt. — *dc*-Borsten stark und lang, 2 + 3; *ac*-Borsten schwach, nur praeskutellares Paar deutlich, aber viel kürzer und feiner als die *dc*. Ader *r* 4 + 5 an der Basis nur mit 1 Borste. Beugung der *m*-Ader stumpfwinkelig, ziemlich stark. Hintere Querader steil und gerade, in der Mitte zwischen der kleinen Querader und der Beugung. Flügeladern dick und braunschwarz. Squamae gelbbräunlich. — Abdomen schwarz, eiförmig. 2., 3. und 4. Tergit am Vorderrande mit schmaler ($^1/_4$ der Tergitenlänge einnehmend) heller Bestäubungsbinde. Diese Binden in der Mitte schmal unterbrochen. 2. Tergit in der Mitte des Hinterrandes mit 1 Paar feiner und ziemlich kurzer Marginalborsten. 3. Tergit am Hinterrande mit vollständiger Reihe von Marginalborsten und in der Mitte mit einem Paare kurzer und feiner Diskalborsten. 4. Tergit am Hinterrande mit 2 Reihen Borsten. Körperlänge 4. 5 mm. — ♂ unbekannt. — Diese Art durch stark winkelige Beugung der *m*-Ader, fast unbestäubte Mesonotum, schwarze Taster, verlängerte 1. Glied der Arista und anderen Merkmalen von allen anderen Arten leicht kenntlich. — 1 ♀ aus Dorf Jukki, 25 km nördlich von Leningrad (13. VII. 1933; A. Stackelberg!).

II. KURZE BESTIMMUNGSTABELLE FUR DIE ARTEN DER GATTUNG

CRASPEDOTHRIX B. B.

1 (2) Letzter Tergit des Abdomens $1^1/_2$ mal länger als der 3. Ader r_1 in distaler Hälfte beborstet. Mesonotum dicht bleigrau bestäubt; vor der Naht zwei schmale dunkle Längsstreite deutlich. Abdomen sehr breit, glänzend schwarz, mit schmalen hellen Vorderrandbinden auf jedem Tergite; Breite der Randbinde nur $^1/_6$—$^1/_7$ der Tergitenlänge einnehmend. Körperlänge 5.5 — 6 mm . . . . . 1. **Craspedothrix veniseta** Stein.

Südeuropa — Nord-Italien; USSR — Krym (Simpheropol), Nordkaukasische Küste des Schwarzen Meeres (Lazarevskaja, 1. VIII. 1929, aus Raupen von *Lasp. pomonella* L. gezogen. Stackelberg deter.), Georgien (Tiflis, 27. VI. 1904; Satunin!).

2 (1) Letzterer Tergit so lang oder kürzer als der 3. Ader r_1 ganz nackt 3
3 (10) ♂♂ 4
4 (5) Mittelschienen ohne Anterodorsalborsten. Abdomen glänzend schwarz, fast unbestäubt. Mesonotum zerstreut oder schwach bestäubt, glänzend. Taster rotgelb. 2. Glied der Arista deutlich mehr als $^1/_2$ der Länge der 3. Gliedes. Körperlänge — ♂ 4 mm, ♀ — 5 mm . . . . . 2. **Craspedothrix bohemica** Kram.
Süddeutschland (Schwarzwald) und Österreich; USSR — Umgebung von Leningrad (Dorf Jukki, 18. VII. 1932; 12. VII. 1933; Stackelberg!).
5 (4) Mittelschienen mit gut entwickelter Anterodorsalborste 6
6 (7) Abdomen glänzend schwarz, nur mit Spuren von Bestäubung. Mesonotum etwas dichter bestäubt. In übriges mit *C. bohemica* sehr ähnlich . . . . . 3. **Craspedothrix vivipara** BB.
Nur aus Mitteleuropa bekannt (Alpen, Österreich).
7 (6) Drei letzteren Tergite mit gut entwickelten Vorderrandbinden.
8 (9) 2. Glied der Arista Kurz, 2 mal so lang als dick. Arista sehr nahe der Eingelenkung des 3. und 2. Antennengliedes sitzt. Backen am hinten nicht gewölbt, ebenso wie am vorne breit. Taster schwarz. Abdomen nur wenig erweitert, mit gut entwickelten Querbinden. Mesonotum glänzend, fast unbestäubt. Körperlänge 3 mm . . . . . 4. **Craspedothrix pleskei** sp. n
Provinz von Leningrad (Bezirk Gdov, 19. VII. 1891; Pleske!)
9 (8) 2. Glied der Arista sehr lang, vielmal länger als dick und mehr als $^1/_3$ der Länge des 3. Gliedes. Arista fast in der Mitte des Vorderrandes des 3. Gliedes. Stirn im Profil stark gewölbt; Backen am hinten viel breiter als am vorne. Mesonotum dichter bestäubt. Taster schwarz. Abdomen mit gut entwickelten Querbinden. Körperlänge 3.5 — 5.5 mm. . . . . 5. **Craspedothrix zonella** Zett.
Gemeinste Art der Gattung. Mitteleuropa — Österreich, Deutschland, Dänemark. USSR — Umgebung von Leningrad (Stackelberg, 19) und Südsibirien (zwischen der Flüsse Ada und Matur, Pr. Tomsk, 11. VII. 1897, J. Wagner!).
10 (8) ♀♀ 11
11 (12) Taster rotgelb. Abdomen glänzend schwarz, unbestäubt, oder nur mit Spuren von Bestäubung an den Seiten der mittleren Tergiten (s. These 4 (5) . . .). . . . . 2. **Craspedothrix bohemica** Kram.
12 (11) Taster schwarz. Abdomen mit schmalen, aber gut entwickelten Vorderrandbinden der Bestäubung auf dem 2. — 4. Tergit 13
13 (14) Thorax glänzend, schwarz, schwach, hell bestäubt. Flügeladern schwarz, dunkel gerandert. 1. Glied der Arista verlängert. 3. Glied der Antennen schlank, zum Ende nicht erweitert, oval. Körperlänge 5 mm. . . . . 6. **Craspedothrix aristata** sp. n.
Umgebung von Leningrad (Dorf Jukki, 18. VII. 1933: A. Stackelberg!)
14 (13) Mesonotum dicht grau bestäubt. Adern des Flügels feiner, hellbraun. Flügel schwach dunkel getrübt, fast glashell. 1. Glied der Arista sehr kurz. 3. Glied der Antennen am Ende stumpf erweitert, stark rechteckig (s. These 9 (8) . . .) . . . . 5. **Craspedothrix zonella** Zett.

Zoologisches Institut
der Akademie der Wissenschaften.
Leningrad.

Eingegangen
d. 22. XI. 1933.

Доклады Академии Наук СССР 1934
Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de l'URSS

ГЕОЛОГИЯ

О. С. ВЯЛОВ и Р. И. ВЯЛОВА

ВОЗРАСТ ТУФОГЕННОЙ СВИТЫ КАВКАЗСКОГО ФЛИША

(Представлено академиком А. А. Борисяком 17 XI 1933)

Во флишевой зоне Западного Кавказа меловая туфогенная свита была впервые обнаружена одним из авторов в Туапсинском районе в 1930 г. Здесь (1), выше толщи массивных песчаников с глинистыми прослоями (долменная свита), относимой в настоящее время к апту (и нижнему альбу?), лежит свита черных или зеленоватых глин, неотличимых по виду от нижней и верхней сидеритовых толщ; это вероятный аналог свиты Нафтис-хеви Кахетии (2) и Южной Осетии (3) и горизонта Павлеури Военно-Грузинской дороги (4). Далее появляется серия также темно окрашенных пород, главным образом, глин и мергелей, чередующихся с нередко окремненными, плотными песчаниками и туфогенными образованиями (туфогенная свита). Нижний темный флиш заканчивается чрезвычайно характерным ананурским горизонтом, прослеживающимся вдоль южного склона Кавказского хребта вплоть до Кахетии (5). По возрасту его причисляют то к турону, то к сеноману.

В Туапсинском районе во флишевых породах, вообще чрезвычайно бедных ископаемыми, фауны почти не было обнаружено. Отнесение выделенных по литологическому характеру свит к тому или иному ярусу производилось, главным образом, на основании сопоставления с другими районами, иногда значительно удаленными. Это оказалось возможным благодаря чрезвычайному постоянству литологического состава флишевых толщ на всем протяжении южного склона главного хребта. Те стратиграфические выводы, которые были сделаны на основании единичных палеонтологических находок в Центральном или Восточном Кавказе, удалось, сопоставив те или иные горизонты, распространить и на западную его оконечность. Однако, большинство таких находок относится к верхнему сенону и еще более высоким горизонтам флиша. В меловых отложениях, располагающихся ниже, помимо микрофауны до сих пор были найдены лишь редкие неопределимые остатки раковин, ничего не дающие для установления возраста. Только из двух мест приводятся видовые определения. Н. Б. Вассоевичу удалось обнаружить в свите Нафтис-хеви в Кахетии несколько экземпляров альбской *Aucellina gryphaeoides* Sow. (6), и О. С. Вялов собрал в туфогенной свите в Туапсинском районе остатки *Aucellina*, ближе всего напоминающие сеноманскую *A. Krasnopolskii* Pavl. Понятно, поэтому, что в большинстве случаев установление возраста отдельных толщ было условным, основывалось, главным образом, на различных косвенных соображениях, а возрастные границы могли передвигаться в ту и другую сторону. „Замечания В. П. Ренгартена, любезно просмотревшего обломки *Aucellina* из Туапсинского района, сводятся к следующему: сравнительно легко обнаруживается бо́льшее сходство этих *Aucellina* с мелкими сеноманскими *A. Krasnopolskii* Pavl., чем с более крупными *A. gryphaeoides* и *A. caucasica* v. Buch, характерными для альба. Нет достаточной уверенности для определения их как

A. Krasnopolskii. Однако, все сохранившиеся признаки не противоречат понятию вида *A. Krasnopolskii* Pavl. Вместе с тем, выше уже говорилось о значительном развитии на Кавказе туфогенных пород, а иногда и туфов сеноманского возраста, вероятно связанных с проявлением австрийской тектонической фазы. Таким образом, мы получаем некоторое основание для того, чтобы „предполагать сеноманский возраст нашей туфогенной свиты“ ([1], стр. 1454). Мощность ее 150—200 м.

Такой вывод оспаривается Н. Б. Вассоевичем, который сомневается в правильности определения *Aucellina*, произведенного В. П. Ренгартеном ([7], стр. 31).

В настоящее время мы можем говорить с большей уверенностью о возрасте этой свиты. При совместной экскурсии в 1933 г. на Черноморском побережьи в бассейне р. Шапсухо, к NW от района, исследованного О. С. Вяловым, и непосредственно к югу от района основных исследований Р. И. Вяловой, нам удалось собрать в туфогенной свите сравнительно (для флиша) многочисленную и разнообразную фауну. Любезности Н. С. Кульжинской-Воронец мы обязаны определением следующих видов:

Schloenbachia varians Sow. var. *subplana* Scharpe,
Acanthoceras rhotomagense Defr. var. nova,
Hoplites falcatus Mantel,
Puzosia octo-sulcata Scharpe,
Puzosia cf. *subplanulata* Schlüter,
Scaphites (*Holoscaphites*) aff. *aequalis* Sow.,
Crioceras aff. *paderbornense* Schlüter,
Crioceras sp.,
Baculites cf. *baculoides* d'Orb.,
Baculites sp.,
Hibolites stylioides Renng.

Приведенный список свидетельствует с несомненностью о сеноманском возрасте туфогенной свиты (свиты р. Паук).

Аналогами этой свиты являются весьма близкие к ней по общему характеру и литологическому составу толщи, которые были выделены в ряде мест в флишевой зоне на южном склоне Главного Кавказского хребта. Такова свита полимиктовых песчаников Военно-Грузинской дороги, свита Укугмарти Кахетии ([2]) и Южной Осетии ([3]). Точно также с полным правом можно параллелизовать с этими породами туфогенную свиту окрестностей Сочи, принадлежащую, впрочем, уже иной фациальной зоне. Именно здесь в 1917 г., впервые на Черноморском побережьи В. П. Ренгартеном были обнаружены туфогенные образования ([8]).

Во всех этих районах возраст указанных свит определялся условно как сеноманский без прямых доказательств, на основании ряда косвенных соображений; таковыми являлись, главным образом, находки *Aucellina gryphaeoides* Sow. в подстилающих слоях и характер пород, залегающих выше ананурского горизонта обычный для турона и сенона.

В настоящее время можно отбросить условность определения возраста этих свит и относить их к сеноману уже с полной уверенностью.

Нефтяной геолого-разведочный институт и Бюро газовых месторождений. Ленинград.

Поступило
17 XI 1933.

GÉOLOGIE

L'ÂGE DE LA SUITE TUFOGÈNE DU FLYSCH CAUCASIEN

Par O. VIALOV et R. VIALOVA

(Présenté par A. Borissiak, de l'Académie, le 17. XI. 1933)

La suite tufogène crétacée dans la zone flyschienne du Caucase occidental a été signalée pour la première fois en 1930 par l'un des auteurs du présent travail dans la région de Touapsé. Là (1), au-dessus de grès massifs à interstratifications argileuses (suite dolmienne) actuellement rapportée à l'aptien (et à l'albien inférieur) passe une suite d'argiles noires ou verdâtres, ne se distinguant guère par leur aspect des couches inférieures et supérieures de sidérites; c'est probablement l'analogue de la suite de Naftis-khévi de Kakhétie (2), et d'Ossétie du sud (3) et de l'horizon Pavléouri de la Route Militaire de Géorgie (4). Plus loin on voit paraître une série de roches de teintes foncées également, surtout d'argiles et de marnes, alternant avec des grès compacts, fréquemment siliceux et avec des formations tufogènes (suite tufogène). Le flysch inférieur foncé s'achève sur l'horizon très caractéristique d'Ananour qui se laisse poursuivre le long du versant méridional de la crête Caucasienne jusqu'en pleine Kakhétie (5). D'après son âge on le rapporte tantôt au touronien, tantôt au cénomanien.

Dans les roches flyschiennes de la région de Touapsé, en général extrêmement pauvres en fossiles, il n'y a presque rien eu de découvert en fait de faune. L'attribution de suites se signalant par leur caractère lithologique marqué à tel ou tel étage se faisait principalement en se basant sur la comparaison avec d'autres régions, parfois fort éloignées. Cela était praticable grâce à l'extraordinaire constance de la composition lithologique des gisements flyschiens sur toute l'étendue du versant méridional de la Grande Chaîne. Les conclusions stratigraphiques tirées de découvertes paléontologiques isolées dans le Caucase central ou oriental ont pu être étendues à son extrémité occidentale grâce à un examen comparatif de différents horizons. Toutefois, la majorité de ces découvertes se rapporte au sénonien supérieur et à des horizons encore plus élevés du flysch. Dans les dépôts crétacés sous-jacents, outre la microfaune, il n'y a eu de découvert jusqu'à ce jour que de rares et indéterminables restes de coquilles, n'offrant aucun indice pour en établir l'âge. Rien que deux gisements ont pu servir à des déterminations d'espèces. N. Vassoevič a réussi à découvrir dans la suite Naftiskhévi en Kakhétie, quelques exemplaires de l'*Aucellina gryphaeoides* Sow. (6) de l'albien, et O. Vialov a recueilli dans la suite tufogène de la région de Touapsé des restes d'*Aucellina* rappelant du plus près l'*A. Krasnopolskii* Pavl. du cénomanien. Il va de soi dans ces conditions, que, dans la plupart des cas, les déterminations d'âge de chaque stratum pris séparément étaient sujettes à caution comme se basant dans l'essentiel sur diverses considérations indirectes et que les limites des âges adoptés pouvaient réclamer des corrections de part et d'autre.

„Les observations de V. Renngarten, qui a eu l'obligeance d'examiner les débris d'*Aucellina* provenant de la région de Touapsé peuvent être résumées comme suit: il est relativement aisé de découvrir à ces *Aucellina* une plus grande ressemblance avec les fines *A. Krasnopolskii* Pavl. (cénomaniennes) qu'avec les espèces plus grosses de *A. gryphaeoides* et *A. caucasica* v. Buch, caractéristiques de l'albien. Nous n'avons pas de raison péremptoire

pour les déterminer comme des *A. Krasnopolskii*, mais rien non plus ne s'y oppose dans les inidces conservés. D'autre part, il a déjà été question plus haut du développement considérable des roches tufogènes au Caucase et parfois des tufs d'âge cénomanien, se rattachant probablement à une manifestation de la phase tectonique autrichienne. Ces considérations nous donnent un certain fondement pour attribuer à notre suite tufogène l'âge cénomanien" ([1], p. 1454). La puissance en est de 150 à 200 m.

Cette conclusion est contestée par N. Vassoevič, qui met en doute la correction de la détermination d'*Aucellina*, faite par B. Renngarten ([7]).

Aujourd'hui nous pouvons parler de l'âge de cette suite avec plus d'assurance. Dans une excursion faite en commun, en 1933, sur le littoral de la Mer Noire, dans le bassin de la rivière Schapsoukho, au NO de la région explorée par O. Vialov et directement vers le sud de la région des principales recherches de R. Vialova, nous sommes parvenus à recueillir dans la suite tufogène une faune relativement nombreuse (pour le flysch). Nous devons à l'obligeance de N. Kulžinskaja-Voronec la détermination des espèces suivantes:

Schloenbachia varians Sow. var. *subplana* Scharpe,
Acanthoceras rhotomagense Defr. var. nova,
Hoplites falcatus Mantel,
Puzosia octo-sulcata Scharpe,
Puzosia cf. *subplanulata* Schlüter,
Scaphites (*Holoscaphites*) aff. *aequalis* Sow.,
Crioceras aff. *paderbornense* Schlüter,
Crioceras sp.,
Baculites cf. *baculoides* d'Orb.,
Baculites sp.,
Hibolites stylioides Renng.

La liste ci-dessus prouve incontestablement l'âge cénomanien de la suite tufogène (suite de la rivière Pauk).

Cette suite a pour analogues des gisements qui s'en rapprochent tant par leur caractère général que par la composition lithologique, mis en évidence dans plusieurs endroits de la zone flyschienne sur le versant méridional de la grande chaîne Caucasienne. Telle est la suite de grès polymictes de la Route Militaire de Géorgie ([4]), la suite Ukugmarti de Kakhétie ([2]) et d'Ossétie du sud ([3]). On peut de même de plein droit paralléliser avec ces roches la suite tufogène des environs de Sotchi, appartenant du reste déjà à une zone faciale différente. C'est ici, justement, qu'en 1917 V. Renngarten a découvert, pour la première fois sur le littoral de la Mer Noire, des formations tufogènes ([8]).

Dans toutes ces régions l'âge des suites signalées a été déterminé sous toutes réserves comme cénomanien, sans preuves directes, en se basant sur un ensemble de considérations indirectes; telles étaient, notamment, les découvertes d'*Aucellina gryphaeoides* Sow. dans les couches sous-jacentes et le caractère habituel pour le touronien et le sénonien propre aux espèces gisant au-dessus de l'horizon d'Ananour.

Actuellement il est possible de rejeter les réserves qui pesaient sur la détermination de l'âge de ces suites et de rapporter ces dernières désormais avec pleine certitude au cénomanien.

Institut de Prospection des Pétroles
et Bureau des Gisements gasifères
Leningrad.

Manuscrit reçu
le 17. XI. 1933.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — LITTÉRATURE

1 О. С. Вялов. Краткий геологический очерк Туапсинского района, Изв. ВГРО, 1931, т. L, вып. 97. O. Vialov. Bref aperçu géologique de la région de Touapsé Izvestija VGRO (ancien Comité Géologique), 1931, v. L, livr. 97. — О. С. Вялов. Геологические исследования 1931 г. в Западном Кавказе (печатается). O. Vialov. Explorations géologiques de 1931 dans le Caucase occidental (sous presse).

2 Н. Б. Вассоевич. Геологические исследования в пределах планшета А—VI Кахетинской нефтеносной области, Тр. НГРИ, сер. А, вып. 2, 1931, стр. 15. N. Vassoevič. Explorations géologiques dans les limtes de la planchette A—VI de la région pétrolifère Kakhétienne, Tr. NGRI (Travaux de l'Institut des Pétroles), sér. A, livr. 2, 1931, p. 15.

3 Н. Б. Вассоевич. Краткий геологический очерк Джавского района Юго-Осетии, Тр. Сов. по изуч. произв. сил Акад. Наук, серия закавказск., вып. 4, 1932, стр. 61. N. Vassoevič. Aperçu géologique de la région de Djava d'Ossétie du sud, Tr. Comité d'étude des ressources naturelles de l'URSS de l'Académie des Sciences, série Transcaucasienne, livr. 4., 1932, page 61. — О. С. Вялов. Геологический очерк южного участка проектируемой Транскавказской жел. дор. по Рокскому направлению (печатается). O. Vialov. Aperçu géologique de la section méridionale de la voie ferrée Transcaucasienne, projetée dans la direction de Rokki (sous presse).

4 В. П. Ренгартен. Геологический очерк района Военно-Грузинской дороги, Тр. ВГРО, вып. 148, 1932, стр. 25. V. Renngarten. Aperçu géologique de la région de la Route Militaire de Géorgie, Tr. VGRO (ancien Comité Géologique) livr. 148, 1932, 25.

5 И. Э. Карстенс. Ананурский горизонт, Тр. НГРИ, сер. Б, вып. 35, 1932. I. Karstens. L'horizon d'Ananour, Travaux de l'Institut de pétroles, sér. B. livr. 35, 1932.

6 Н. Б. Вассоевич. К геологии нефтяных месторождений Кахетинского хребта, „Азерб. Нефт. Хоз.", № 11 (107), 1930, стр. 4. N. Vassoevič. Sur la géologie des gisements de naphte de la chaine Kakhétienne, „Azerb. Neft. Khoz", N. 11 (107), 1930, p. 4.

7 Н. Б. Вассоевич. К вопросу о возрасте так называемого „темного флиша" в Туапсинском районе (Черноморское побережье), Тр. НГРИ, сер. Б, вып. 37, 1932, стр. 31. N. Vassoevič. Sur la question de l'âge du flysch dit „foncé" dans la région de Touapsé (littoral de la Mer Noire), Tr. NGRI (Institut des Pétroles), sér. B, livr. 37, 1932, p. 31.

8 В. П. Ренгартен. Геологический очерк окрестностей Мацестинских и Агурских минеральных источников, Мат. по общ. и прикл. геол., вып. 56, 1927, стр. 8. V. Renngarten. Aperçu géologique des environs des sources minérales de Matsesta et d' Agura, Matériaux de géologie générale et appliquée, livr. 56, 1927, p. 8.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

1. В „Докладах“ помещаются предварительные сообщения или статьи-конспекты научных работников СССР, содержащие в краткой форме наиболее существенные результаты их работы в области математики, естествознания и теоретической техники.

2. Объем статьи не должен превышать 10 000 печ. знаков.

3. Статьи направляются для напечатания в „Докладах“ или непосредственно в редакцию, или через действительных членов Академии Наук.

4. Статьи принимаются для напечатания по отзыву членов Редакционной коллегии или действительных членов Академии Наук по специальности.

5. Каждая статья печатается на русском и на одном из иностранных языков, французском, английском или немецком. Автор должен представить вместе с русским текстом статьи ее перевод или резюме на одном из указанных иностранных языков.

6. Объем перевода не должен превышать 10 000 печ. знаков, резюме — не более 3 000 печ. знаков.

7. Цитируемая литература должна быть автором указываема не в подстрочных примечаниях, а в конце статьи общим списком с обозначением в тексте статьи порядковой цифрой ссылки на цитируемую работу.

8. В конце статьи автором должно быть обозначено на русском и иностранном языках название и местонахождение научного учреждения, в котором произведена работа.

9. Иллюстрации в „Докладах“ помещаются лишь в исключительных случаях.

10. Статьи должны быть доставляемы в совершенно готовом к печати виде (переписанными на машинке на одной стороне листа, через два переката).

11. В виду срочности издания корректуры статей авторам не посылаются.

12. Автор получает бесплатно 50 отдельных оттисков своей статьи.

Редакционная Коллегия просит действительных членов Академии Наук при направлении статей в „Доклады“ для напечатания указывать на статьях дату их получения от авторов.

Напечатано по распоряжению Академии Наук СССР
21 января 1934 г.

Непременный секретарь академик *В. Волин*

Редакционная коллегия: академик А. А. Борисяк
академик С. И. Вавилов
академик А. А. Рихтер

Ответственный редактор академик-секретарь ОМЕН А. А. Борисяк

Редактор издания И. М. Эйзен. — Ученый корректор М. И. Стеблин-Каменский

Сдано в набор 8 января 1934 г. — Подписано к печати 20 января 1934 г.

64 стр. (97—160)

Формат бум. 72 × 110 см. — 4 печ. л. — 51 840 печ. зн. в л. Тираж 3000

Ленгорлит № 17106. — АНИ № 20. — Заказ № 2334

Типография Академии Наук СССР. В. О., 9 линия, 12

ПРИНИМАЕТСЯ ПОДПИСКА

НА

„ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК СССР“

(НОВАЯ СЕРИЯ)

с 1 января 1934 г. по 1 января 1935 г.

на год (36 выпусков) цена ..... 54 руб.

на полгода (18 выпусков) цена .. 27 руб.

«ДОКЛАДЫ» выходят ежедекадно (1, 11 и 21 каждого мес.)

КОМПЛЕКТЫ

ИЗДАНИЯ

„ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК СССР“

(НОВАЯ СЕРИЯ)

за 1933 год

Шесть выпусков — 20 печ. листов

Цена 9 руб.

Подписку и деньги направлять Сектору распространения Издательства Академии Наук Ленинград 1, В. О., Тучкова наб., 2, или сдавать доверенным, снабженным специальными удостоверениями

Цена 2 руб.